

Jani Nissinen

# Vantaan katuverkon kuntoarvio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

10.2.2016

Tekijä(t) Otsikko	Jani Nissinen Vantaan katuverkon kuntoarvio
Sivumäärä Aika	39 sivua + 8 liitettä 10.2.2016
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Kehitysinsinööri Mika Vähämaa Lehtori Mika Räsänen
<p>Vantaa osallistuu keväällä 2016 korjausvelan laskentapalveluhankkeeseen yhdessä Espoon ja HSY:n kanssa. Tämä loi tarpeen arvioida katuverkon kuntoa osuutena uutta vastaavasta kunnosta. Kuntotutkimuksen lähtötietoina oli käytettävissä PTM- ja APVM-mittaustuloksia sekä suunnitelma-arkistoista löytyviä katujen ominaisuustietoja. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tapa johtaa katujen kuntotasot mittaustuloksista sekä mallintaa sellaisten katujen kuntotasot, joista ei mittaustietoja ollut saatavilla. Lisäksi tavoitteena oli arvioida käytettyjen menetelmien laatua sekä pohtia kadun kunnon kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä.</p> <p>Päällystettyjen katujen vauriot koostuvat pituus- ja poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta sekä halkeamista, purkaumista ja rei'istä. Vantaan katuverkolle suoritettut mittaukset kuvaavat hyvin näiden esiintymistä kaduissa. Mittaustulokset oli jaettu viiteen kuntoluokkaan. Kuntotasojen johtaminen mittaustuloksista laskentapalvelun edellyttämään muotoon tehtiin sitomalla pääkatujen optimikuntotaso ylimmän kuntoluokan alarajaan ja kokooja- ja tontti- katujen optimikuntotasot toiseksi ylimmän kuntoluokan alarajaan. Kuntotaso 0 % saavutettiin siirtymällä alimpaan kuntoluokkaan. Kuntotaso 100 % sidottiin ylimmän kuntoluokan ylärajaan. Väliarvot interpoloitiin.</p> <p>Tutkittavista kaduista suurimman osan kuntotaso voitiin johtaa mittaustuloksista, joten tässä suhteessa tutkimus oli varsin laadukas. Tutkittaessa kuntotason mallintamisen edellytyksiä todettiin, että mallintaminen ei sovellu katukohtaisten arvioiden tekemiseen, vaan toimii lähinnä suuremman massa käsittelyssä. Tärkeimmäksi lähtötiedoksi mallintamisen kehittämiseksi todettiin tieto liikennemääristä.</p>	
Avainsanat	Katu, kuntotaso, PTM-mittaus, APVM-mittaus

Author(s) Title	Jani Nissinen Condition Assessment of Vantaa Street Network
Number of Pages Date	39 pages + 8 appendices 10 February 2016
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Infraconstruction
Instructor(s)	Mika Vähämaa, Development engineer Mika Räsänen, Senior Lecturer
<p>Vantaa will participate in the calculation service project of the maintenance backlog with Espoo and HSY in the spring of 2016. This made it necessary to assess the condition of the street network compared to a new one. The measurement of PTM and APVM as well as the available information found in plan archive of the streets were used as initial data of the building condition assessment. The main goals of this thesis were to create a method to derive the condition of the streets directly from measurements, and also model the condition of streets without available measurements. In addition, one objective was to estimate the quality of the used methods and to consider the factors affecting the development of street condition.</p> <p>The damages in paved roads consist of lengthwise and cross uneven parts, fissures, eruptions and holes. The measurements, which were made of the streets in Vantaa, describe distinctly these damages found in the streets. They were divided to five categories. The format that computing service requires, concerning assessment of the conditions of the streets based on measurements, was created by attaching the optimum condition of the main streets to the threshold of the maximum condition as well as the optimum conditions of the collector and the building block streets to the threshold of the second highest condition. The condition rate 0% was determined for the lowest condition rate whereas the condition rate 100% was attached to the upper limit of the highest condition rate. The intermediate results were interpolated.</p> <p>The condition of most of streets which were studied, could be assessed directly based on the measurements. Thus, the research proved to be successful. When studying the requirements set for modelling, it was concluded that modelling is not applicable when assessing specific streets. However, it is suitable when assessing a wider sampling of streets. Information about the quantity of traffic proved to be the most important initial data to improve modelling.</p>	
Keywords	Street, condition level, PTM-measurement, APVM-measurement, assessment

# Sisällys

## Lyhenteet

<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1 Työn lähtökohdat	1
1.2 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	2
<b>2 Katujen vaurioituminen</b>	<b>3</b>
2.1 Kadun rakenne	3
2.2 Kadun vauriot ja niiden syntyminen	6
<b>3 PTM- ja APVM-mittaukset</b>	<b>9</b>
3.1 Uraisuus	10
3.2 Epätasaisuus	11
3.3 Vauriomittaus	12
<b>4 Korjausvelan määrittely</b>	<b>14</b>
<b>5 Kuntoarvioinnin periaatteet</b>	<b>16</b>
5.1 Kuntoarviointi PTM- ja APVM-mittausten perusteella	16
5.2 Mallintaminen	20
<b>6 Tulokset</b>	<b>22</b>
6.1 Katujen kuntotasot mittauksiin perustuen	22
6.2 Katujen kuntotasot mallintamiseen perustuen	27
<b>7 Yhteenveto</b>	<b>36</b>
<b>Lähteet</b>	<b>39</b>

## Liitteet

Liite 1. Ote kuntotutkimuksen tuloksista

Liite 2. Osmankäämintien katselmointi

## Lyhenteet

APVM = Automaattinen päällystevaurioiden mittaus

IRI = International Roughness Index

KEHTO = Kuntien infra-alan kehittämisen haltuunotto ja toteutus

PTM = Palvelutasomittaus

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn lähtökohdat

Viime vuosina on alettu keskustella valtion ja kuntien infrastruktuurin korjausvelasta. Heikossa taloudellisessa tilanteessa uusinvestointeihin käytettävistä määrärahoista on pidetty tiukemmin kiinni ja karsittu panostuksista kunnossapitoon ja saneeraukseen. Kuitenkin oikea-aikaisesti toteutetut kunnossapito- ja saneeraustoimenpiteet olisivat kustannustehokkain tapa huolehtia rakenteista verrattuna siihen, että saneeraus suoritetaan rakenteen rappeuduttua kohtuuttoman paljon. Korjausvelan käsitettä ja määritelmiä on alettu kehittää, jotta saataisiin käyttökelpoinen ja ymmärrettävä käsite päättäjien ja kunnossapidosta vastaavien toimijoiden keskusteluun. [1, s. 1.]

Vantaan kaupunki on ollut mukana hankkeessa, jossa on määritetty periaatteita kuntainfran korjausvelan hallintaan. Hankkeen muita osapuolia ovat muut KEHTO-toimintaan osallistuvat kunnat sekä asiantuntiyritys Rapal Oy. KEHTO-toiminta on kuntien yhteistoimintaa, joka tähtää teknisten palveluiden kehittämiseen.

Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittämissä hankkeissa päädyttiin määrittelemään korjausvelka osuutena uudenveroisesta omaisuuserästä. Tarkasteltavalle omaisuuserälle määritetään optimikuntotaso, jolle kunnan laskeminen on hyväksyttävää. Kun omaisuuserän nykykunto alittaa optimikuntotason, alkaa sille kertyä korjausvelkaa. Korjausvelka on siis optimikuntotason ja nykykuntotason erotus. Vaikka nykyinen kuntotaso on optimikuntotasoa korkeampi, korjausvelka ei voi saada negatiivisia arvoja, vaan on aina vähintään 0 %. Omaisuuserän rahamääräinen korjausvelka saadaan korjausvelkaosuuden ja omaisuuserän uudishinnan tulona.

Edellä esitelty määritelmä luo tarpeen arvioida omaisuuserän kuntoa osuutena uudenveroisesta omaisuuserästä. Kevään 2016 aikana Vantaan on tarkoitus osallistua Espoon ja HSY:n kanssa yhteiseen laskentapalveluhankkeeseen, joka sisältää 1000 kadun korjausvelan laskennan kunkin kunnan alueella. Tätä hanketta varten on näistä tuhannesta kadusta tehtävä kuntoarvio ja lisäksi määritettävä kadun toiminnallinen luokka ja mitattava katualueen pinta-ala uudishinnan laskentaa varten. Syksyn 2015 aikana Vantaan kaupungin kuntatekniikan keskus teetti yhteistyössä Metropolia Ammattikorkeakoulun kanssa innovaatioprojektin, jossa testattiin korjausvelan laskentaa

kehitetyn Excel-alustalla toimivan korjausvelkalaskimen toimintaa. Laskimen toiminta perustuu oletukseen, että kadun kuntotaso kehittyy ajan funktiona jokaiselle toiminnalliselle luokalle määritellyn funktion mukaan. Kuntotaso voidaan siis laskea, kun tiedetään kadun rakennusvuosi ja toiminnallinen luokka. Kun laskimeen syötetään tietoja kadun rakenteista ja alusrakenteesta, määrittyy kadulle laskentaa tarkentavat kertoimet. Innovaatioprojektissa tultiin johtopäätökseen, että laskimesta ulos saadut tulokset eivät olleet riittävän hyvin todellista tilannetta vastaavia. Siksi keväällä 2016 käynnistävään hankkeeseen on kehitettävä uusi toimintamalli kuntoarvion tekemiseen.

## 1.2 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön lopputuotteena tehdään kaduista taulukko, josta ilmenee kadun nimi, toiminnallinen luokka, katualueen pinta-ala ja kadun kuntotaso. Näiden tietojen pohjalta Rapal Oy pystyy suorittamaan tarjoamansa korjausvelan laskentapalvelun. Tämän ohella on tarkoitus arvioida kuntotutkimuksessa käytettyjen menetelmien soveltuvuutta ja tulosten laatua sekä tarkastella, mitkä ovat katujen kunnon rappeutumista ja näin myös korjausvelkaa aiheuttavia tekijöitä.

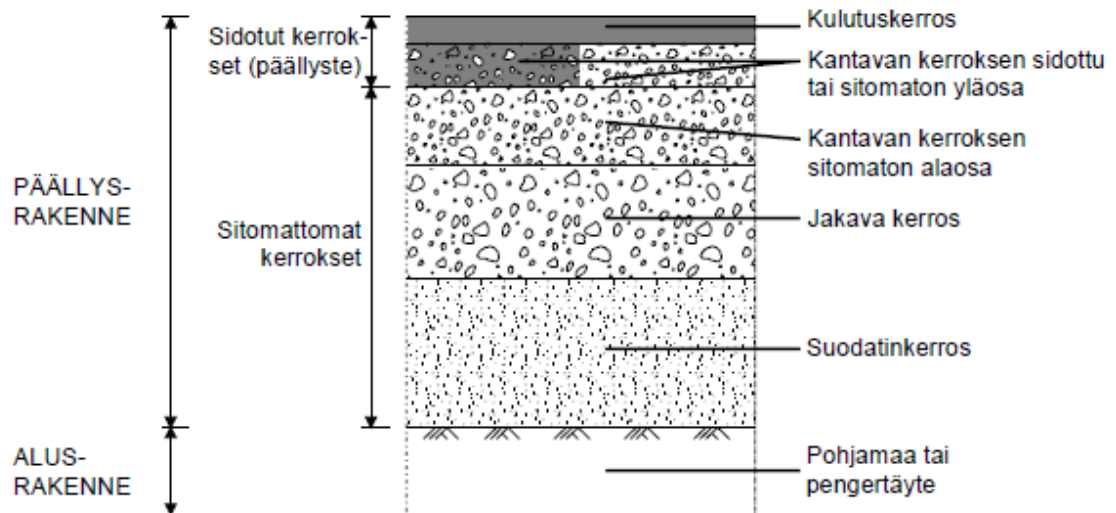
Vantaan katuverkolle on kesällä 2014 ja kesällä 2015 tehty Destia Oy:n toimesta PTM- ja APVM-mittauksia. Mittauksien tarkoitus on ohjata kaupungin katujen päällystysohjelmaa. Näitä mittauksia on tarkoitus hyödyntää mahdollisimman paljon tässä kuntotutkimuksessa. Tämän vuoksi yksi tutkimuksen keskeisiä tehtäviä on luoda tapa johtaa mittaustuloksista kadun kuntotaso korjausvelkalaskennan tarvitsemassa muodossa. Työssä tutustutaan mittausmenetelmien teoriaan ja siihen, mitä mittausten tulosteena syntyvät tunnusluvut tarkoittavat.

Koska kaikista kaduista ei mittaustietoa ole saatavilla, opinnäytetyön toinen keskeinen tehtävä on luoda tapa mallintaa katujen kuntotason kehittymistä. Edellä mainittua asiaa tutkitaan keräämällä riittävällä otannalla katuja, joista selvitetään mitatun kuntotason lisäksi rakentamisvuosi, katuluokka ja pohjamaaluokka. Mitattuja kuntotasoja ja katujen ikää vertailemalla pyritään selvittämään, kuinka kadun kuntotaso kehittyy ajan funktiona. Samalla tutkitaan katuluokan ja pohjamaaluokan vaikutusta kuntotason muutosnopeuteen.

## 2 Katujen vaurioituminen

### 2.1 Kadun rakenne

Katurakenne koostuu kahdesta pääosasta, jotka ovat alusrakenne ja päällysrakenne. Alusrakenteen tehtävä on muodostaa päällysrakenteelle painumaton alusta, joka kestää päällysrakenteen sille välittämät kuormitukset. Päällysrakenteen tehtävä on kestää liikenteen sille aiheuttamat kuormitukset, sekä rajoittaa alusrakenteen routimista. Tarvemmin katurakenteen muodostumista esitetään kuvassa 1. [2, s. 11.]



Kuva 1. Periaatekuva kadun rakennekerroksista [2, s. 11.]

Päällysrakenne jakautuu rakennusosiin, joita ovat kulutuskerros, kantavakerros, jakavakerros ja suodatinkerros. Kulutuskerros on kadun ylin rakennekerros, jonka tehtävä on muodostaa liikenteelle turvallinen, taloudellinen ja miellyttävä kadun pinta. Se myös estää veden pääsyn alempiin rakennekerroksiin ja jäykistää päällysrakennetta. Kantava kerros ottaa vastaan liikenteen aiheuttamat kuormat ja välittää ne jakavalle kerrokselle. Jakava kerros ottaa niin ikään vastaan kantavan kerroksen välittämät kuormat ja jakaa ne alaspäin suodatinkerroksen kestämmälle tasolle. Lisäksi jakava kerros kuivattaa kantavaa kerrosta. Suodatinkerros estää alusrakenteen materiaalin sekoittumista päällysrakenne materiaaleihin. Lisäksi se toimii kapillaarikatkona. [2, s. 11–12.]



Kadun rakennekerrosten paksuudet riippuvat katuluokasta ja pohjamaaluokasta. Katuluokat 1 – 6 määräytyvät kadun liikennekuormituksen mukaan. Tätä on havainnollistettu taulukossa 1.

Taulukko 1. Katuluokat [3, s. 527.]

Katuluokka	Kuvaus	Liikennemäärä, ajon./vrk
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu (ajokaistoja 2 + 2)	> 30 000
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu (ajokaistoja 2 + 2)	10...30 000
3	Pääkatu, kokoojakatu tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu (ajokaistoja 1 + 1)	2 500...10 000
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	500...2 500
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	10...500
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet; ei ajoneuvoliikennettä	

Pohjamaaluokalla kuvataan kadun päällysrakenteen alla olevan maapohjan kantavuutta. Luokkia on seitsemän (A – G). Luokkien mitoituskantavuudet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Pohjamaaluokat [3, s. 525.]

Kantavuus	A = 300 MN/m <sup>2</sup> B = 200 MN/m <sup>2</sup> (150...280) C = 100 MN/m <sup>2</sup> (70...150) D = 50 MN/m <sup>2</sup> (35...70) E = 20 MN/m <sup>2</sup> (15...35) F = 10 MN/m <sup>2</sup> (5...15) G = 5 MN/m <sup>2</sup>
-----------	--

Kun kadulle on määritetty pohjamaaluokka ja katuluokka, sen rakennekerrospaksuudet määräytyvät InfraRYL:n ohjeistuksien mukaan. Taulukossa 3 on esitetty luokan 4 katu-

jen kerrospaksuudet eri pohjamaaluokilla. Vastaavanlainen taulukko on olemassa jokaiselle katuluokalle.

Taulukko 3. Katuluokan 4 rakennekerrospaksuudet [3, s. 531.]

Pohjamaan kantavuusluokka	A	B	C	D	E	F	G
	AB 0,05	AB 0,05	AB 0,04	AB 0,04	AB 0,04	AB 0,04	AB 0,04
	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15	Kantava kerros 0,15
				Tukikerros 0,30	Tukikerros 0,55	Tukikerros 0,80	Tukikerros 1,00
Kokonaispaksuus	0,20	0,20	0,24	0,54	0,79	1,04	1,24

Edellä esitetty taulukko on katurakentamisen uusi ohjeistus. Katurakentamisen ohjeistukset ovat muuttuneet vuosikymmenien aikana ja aiemmin rakennekerrospaksuudet eivät ole olleet yhtä vahvoja kuin nykyään. Vantaallakin on runsaasti vuosikymmeniä vanhoja katuja, jotka eivät rakenteiltaan vastaa nykypäivän normeja. Taulukossa 4 on esitetty Espoon kaupungin vuonna 1995 julkaisema ohjeistus katuluokan 4 rakennekerrosten paksuudesta. Päälysrakenteen kokonaispaksuudet ovat melko yhteneväiset nykyisen ohjeistuksen kanssa, koska Espoon taulukossa on mukana suodatinkerros, joka nykyään korvataan suodatinkankaalla. Vaikka rakennekerrosten paksuudet ovat kasvaneet, niin ovat myös liikennemäärät ja varsinkin raskaan liikenteen massat ovat olleet jatkuvasti nousussa [2, s. 17–20.]. Voisi siis olettaa, että kerrospaksuuksien kasvattaminen ei välttämättä ole pidentänyt katujen elinikää, vaan on ollut lähinnä muuttuviin olosuhteisiin reagoimista, jolla on säilytetty elinkaaren pituus ennallaan.

Taulukko 4. Katuluokan 4 rakennekerrospaksuudet Espoon 1995 julkaiseman ohjeistuksen mukaan [4, s. 12.]

Pohjamaaluokka	A	B	C	D	E	F
Päällyste	50	50	50	50	50	50
Kantava kerros	150	150	150	150	150	150
Jakava kerros			150	200	350	400
Suodatinkerros				200	250	300

Kokonaispaksuus	200	200	350	600	800	900
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## 2.2 Kadun vauriot ja niiden syntyminen

Katuja kuormittavat liikenne ja ilmasto. Liikenteen aiheuttamasta kuormituksesta merkittävää on raskas liikenne, henkilöautoliikenteen aiheuttaessa lähinnä päällysteen kulumista. Ilmaston aiheuttamia kuormitustekijöitä ovat lämpötila, vesi ja routa. Näistä lämpötila vaikuttaa lähinnä sidottuihin kerroksiin ja vesi sitomattomiin. Kadun päällysrakenne rakennetaan routimattomista materiaaleista, mutta alusrakenteen routiminen aiheuttaa kuormitusta ja vaurioita päällysrakenteeseen. [2, s. 17–21.] Iso osa Vantaan kaduista on alueilla, joiden maapohja koostuu hienorakeisista maalajeista. Näillä alueilla tapahtuu jatkuvasti painumista, kun pehmeät maakerrokset tiivistyvät. Tämä aiheuttaa ongelmia kaikissa rakenteissa varsinkin silloin, jos painuminen on epätasaista.

Päällystetyn kadun vauriot voidaan jakaa taulukossa 5 esitettyihin tyyppeihin.

Taulukko 5. Vauriotyypit [2, s. 39.]

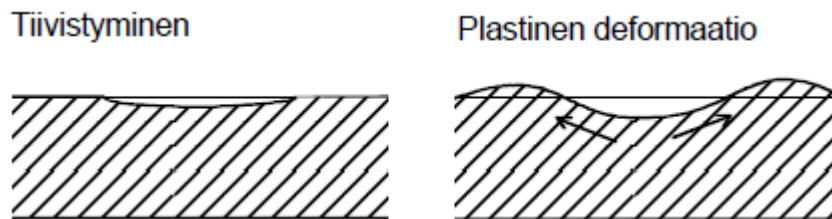
Päätyyppi	Alatyypit
Halkeama	Poikkihalkeama Pituushalkeama Vinohalkeama Saumahalkeama Verkkohalkeama
Epätasaisuus	Pituussuuntainen epätasaisuus Poikkisuuntainen epätasaisuus
Hajoamisvaurio	Purkauma Reikä

Halkeamat syntyvät liikennekuormituksen, roudan, tai lämpötilan muutosten päällysteeseen aiheuttamista vetojännityksistä. Esimerkiksi ajoneuvon renkaan kautta katurakenteeseen aiheuttama kuormitus synnyttää painuman, joka taivuttaa sidottua päällystettä. Tämän seurauksena päällysteen yläpintaan muodostuu puristusjännitystä ja alapintaan vetojännitystä. Tämän vuoksi halkeamat alkavat muodostua päällysteen alapintaan. Kun halkeamat ovat havaittavissa päällysteen pinnalla, ovat ne siis koko päällysteen läpäiseviä vaurioita. [2, s. 41–44.] Kuvassa 2 on tien oikean puoleiseen ajouraan muodostunut selkeästi liikenteen kuormituksesta johtuvaa verkkohalkeilua.



Kuva 2. Verkkohalkeilua ajourassa [5, s. 11.]

Poikkisuuntainen epätasaisuus aiheutuu lähinnä liikenteen aiheuttamista kuormituksista. Katuun muodostuvat ajourat, jotka johtuvat pääaisassa kulutuskerroksen kulumisesta sekä sitomattomien kerrosten pysyvistä muodonmuutoksista. Kulumisen suurin syy on nastarenkaiden käyttö. Pysyviä muodonmuutoksia taas aiheutuu lähinnä raskaasta liikenteestä. Osa muodonmuutoksista on tiivistymistä ja osa plastista deformaatiota. Näiden muodostumista on havainnollistettu kuvassa 3. [2, s. 45–46.]



Kuva 3. Pysyvät muodonmuutokset [2, s. 46.]

Pituussuuntaista epätasaisuutta katuun aiheuttavat routanousut ja katurakenteen oma paino. Tätä ongelmaa esiintyy lähinnä kaduilla, joilla on heikko alusrakenne, joka routii ja painuu. Syyt pituussuuntaisen epätasaisuuden muodostumiseen löytyvät kuitenkin usein päällysrakenteesta. Jos päällysrakenteen materiaalit ja kerrospaksuudet vaihtelevat, aiheutuu alusrakenteelle epätasaisia kuormituksia. Kuvassa 4 on esimerkki tiestä, jossa on routimisesta johtuvaa pituussuuntaista epätasaisuutta. [2, s. 49–52.]



Kuva 4. Routanousuja tiessä [2, s. 40.]

Purkaumat ja reiät ovat usein vaurioita, jotka johtuvat työn tai käytettyjen materiaalien huonosta laadusta. Purkaumassa kiviaineksen ja sideaineen sidos pettää, jolloin päällysteestä alkaa irtoilla kokonaisia kiviainesrakeita. Kun tämä jatkuu riittävän pitkään, syntyy päällysteeseen reikä. [2, s. 59.]

### 3 PTM- ja APVM-mittaukset

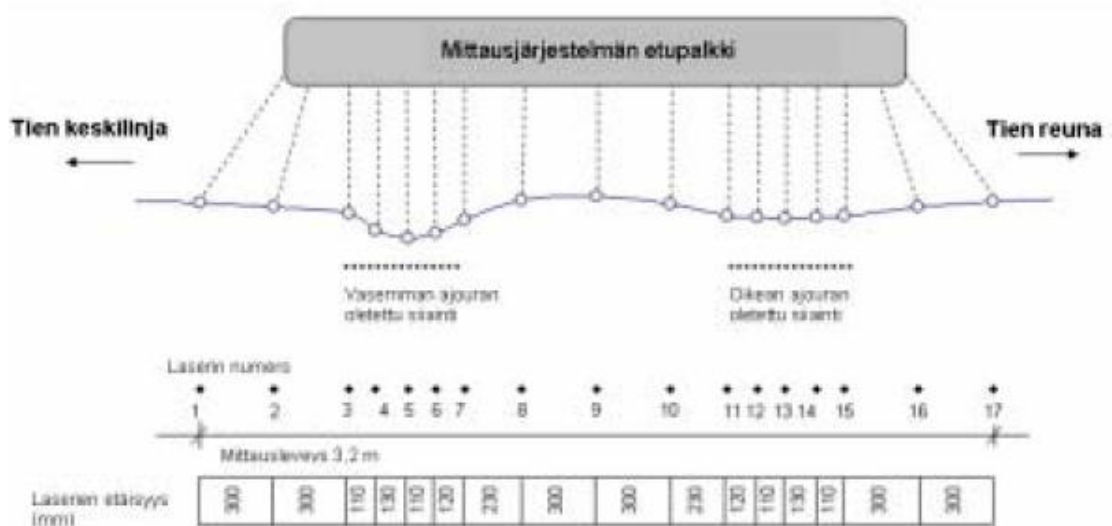
Aikaisemmin tien pinnan kuntomittaukset ovat perustuneet kokeneiden ammattilaisten silmämääräiseen arvioon. Koska teiden ja katujen kunnosta halutaan myös objektiivisia ja vertailukelpoisia tuloksia, on tätä tarkoitusta varten kehitetty lasertekniikkaan perustuvia mittalaitteita, joiden tulokset kuvaavat tien pituus- ja poikkisuuntaista geometriaa. Tärkeimmistä kuntomuuttujista on kehitetty kansainvälisesti standardisoidut tunnusluvut. Näin tulokset ovat vertailukelpoisia laitevalmistajasta riippumatta. [6, s. 12.]

Vantaalla on ylemmälle katuverkolle suoritettu palvelutasomittaus (PTM), jonka tuloksina on ilmoitettu uraisuutta kuvaava tunnusluku, sekä epätasaisuutta kuvaava International Roughness Index -tunnusluku. Alemmalle katuverkolle on suoritettu automaatti-

nen päällystevauriomittaus (APVM), jonka tulokset kuvaavat sitä, kuinka suuri osuus kadusta on vaurioitunut. Mittaukset on tehty mittausautolla, joka kerää kuntotietoja liikkuessaan katuverkolla liikenteen mukaisella nopeudella. [7, s. 3.]

### 3.1 Uraisuus

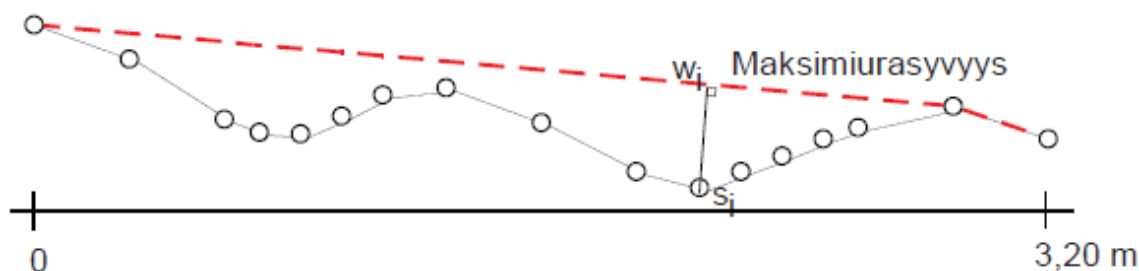
Uraisuuden mittaaminen tapahtuu auton etupuskurin eteen asennetulla mittauspalkilla. Palkissa on 17 laseranturia, jotka mittaavat etäisyyttä tien pintaan 3,2 metrin leveydeltä. Antureita ei ole sijoitettu mittauspalkkiin tasaisella jaolla, vaan oletettujen ajourien kohdalla niitä on tiheämmin. Tätä on havainnollistettu kuvassa 5. [6, s. 13–14.]



Kuva 5. Antureiden sijainti mittauspalkissa [6, s. 14.]

Mittausauton ajolinja pyritään valitsemaan niin, että anturit 3-7 osuvat vasemman ajouran kohdalle. Toisaalta reunimmainenkin anturi on saatava pysymään ajoratamerkinän sisäpuolella tai merkinnän puuttuessa päällysteellä. [7, s. 34.]

Tien maksimiurasyvyyden määrittäminen perustuu lanka-periaatteeseen. Tien poikki-profiiliin yli kiristetään virtuaalinen lanka. Jokaisen laseranturin mittaamaa etäisyyttä verrataan tämän langan korkeusasemaan ja suurin havaittu korkeusero on tien maksimiurasyvyys. Mittaustuloksen muodostumista on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6. Maksimiurasyvyyden muodostuminen [7, s. 35.]

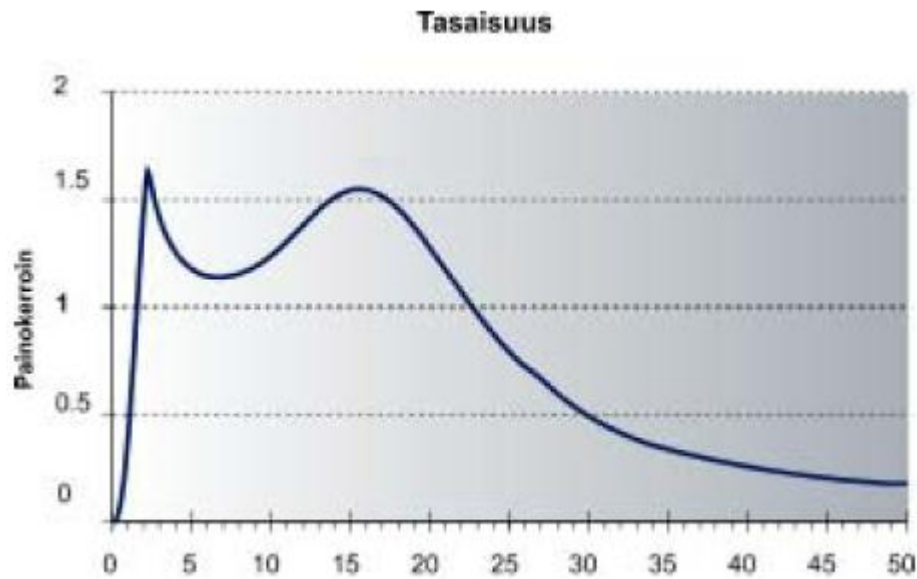
Mittauksia tehdään 128 kappaletta 10 cm:n matkalla. Näistä mittauksista laitteisto laskee keskiarvon, joka tallentuu järjestelmään. Näistä keskiarvoista taas lasketaan keskiarvo pidemmälle matkalle, jotta tuloksista saadaan hanke- tai verkkotasolla hyödynnettävissä oleva tunnusluku. Yleensä käytetään joko kymmenen tai sadan metrin keskiarvoa. [6, s. 14.]

### 3.2 Epätasaisuus

Tien pituussuuntaisen epätasaisuus on erittäin käyttökelpoinen mittari tien kunnon arvioinnissa. Epätasainen kohta saa ajoneuvon heijaavaan liikkeeseen, mikä aiheuttaa epätasaista kuormitusta tien rakenteille. Tämä taas nopeuttaa rakenteen vaurioitumista, joten pituussuuntaisen epätasaisuuden kehittymistä on syytä seurata, jotta saneeraus-toimenpiteet saadaan ajoitettua oikein. [6, s. 19.] Katujen osalta pituussuuntaisen epätasaisuuden mittaustulokset eivät ole aivan yhtä yksiselitteisiä kuin teillä, koska kaduilla on esimerkiksi hidastetöyssyjä ja kaivonkansia, jotka ovat kyllä epätasaisuuksia, mutta eivät vaurioista johtuvia.

IRI on tunnusluku, joka on kehitetty pituussuuntaisten epätasaisuuksien mittaamiseen. Se perustuu siihen, että auton korin liikettä verrataan auton renkaan liikkeeseen. Koska rengas on korissa kiinni jousitetulla rakenteella, aiheutuu niihin suhteellista liikettä tien epätasaisuuksista. Myös tästä mittauksesta tulokset tallentuvat 10 cm:n matkalla ta-  
pahtuneiden mittausten keskiarvona. Nämä tulokset syötetään kansainvälisen standardin mukaiseen laskentamalliin, minkä tuloksena saadaan epätasaisuudet ilmaistuna aallonpituuksina. Lopullinen IRI tunnusluku lasketaan näistä aallonpituuksista. Eri aallonpituuksilla on kuitenkin erilainen painoarvo tunnuslukua määritettäessä. Painotuksia on havainnollistettu kuvassa 7. [6, s. 19–21.]





Kuva 7. Aallonpituuksien painotukset IRI:n laskennassa [6, s. 21.]

Lyhyiden ja erittäin pitkien aallonpituuksien painoarvoa on pienennetty, jotta tuloksissa suurimman huomion saisivat epätasaisuudet, jotka vaikuttavat ajomukavuuteen ja turvallisuuteen eniten. [6, s. 21.]

### 3.3 Vauriomittaus

Automaattinen vauriomittaus suoritetaan mittausautolla, johon on takapuolelle asennettu tien pintaa kuvaava kameralaitteisto. Mittaus suoritetaan kulkemalla autolla tieverkolla liikenteen mukaisella nopeudella. Auton varustukseen kuuluu myös valaistulaitteisto, joilla taataan yhtenäiset tulokset olosuhteista riippumatta. Kuvassa 8 on havainnollistettu laitteiston sijoittumista mittausautossa.



Kuva 8. APVM-mittauskalusto [7, s. 5.]

Kameran lisäksi tien pinnan karheutta mitataan laserantureilla. Tämä tehdään sen vuoksi, että kuvista saadaan eroteltua pois kuvantulkintaa häiritsevä taustakohina. Kuvan tulkinnassa kuvassa näkyvät vauriot tunnistetaan ja saadaan aikaan niin sanottu vauriokartta. Tämän jälkeen vauriokartta sijoitetaan 20 cm x 20 cm jaolla toteutettuun ruudukkoon. Jokainen ruutu, jonka alueella esiintyy vaurioita, lasketaan vaurioituneeksi. Näin tien pinnan vaurio-osuus saadaan laskettua vaurioituneiden ruutujen ja ruutujen kokonaismäärän suhteena. [6, s. 15–17, 38–42.]

Koko kaistan vaurio-osuuden lisäksi voidaan tien eri osista mitata vaurio-osuudet. Silloin vaurio-osuuden arvo ilmoitetaan ajourista, vasemman uran vasemmalta puolelta, oikean uran oikealta puolelta sekä kaistan keskeltä. Tämä jaottelu antaa mahdollisuuden arvioida vaurioiden syntymisen syitä. Ajourissa esiintyvät vauriot ovat todennäköisesti peräisin liikenteen aiheuttamasta kuormituksesta. Kaistan oikean puolen vaurioi-

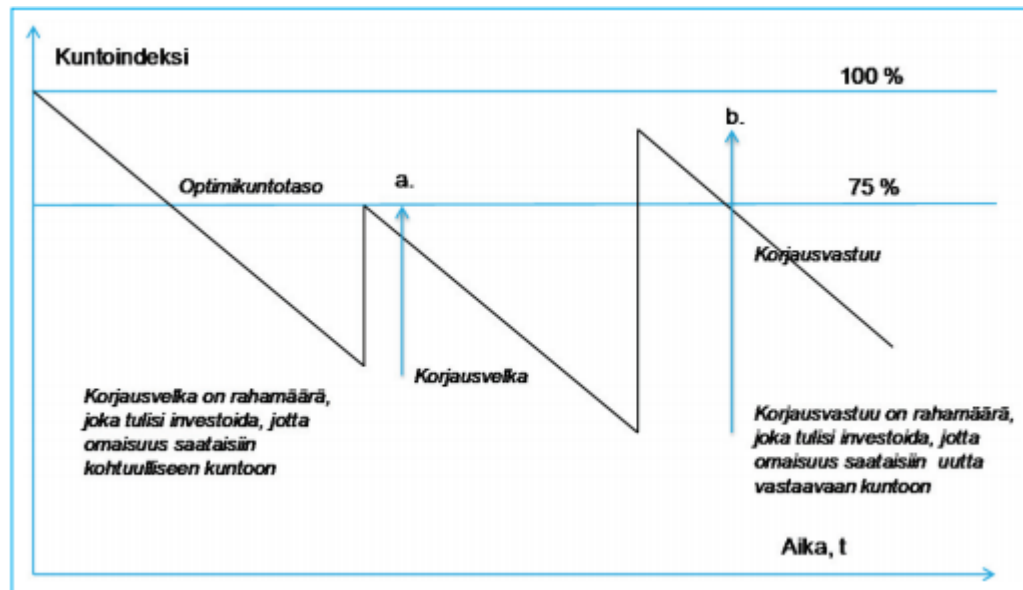
tuminen taas voi kertoa tien reunan pettämisestä [6, s. 38]. Tässä työssä käytettävissä on kuitenkin vain vaurio-osuus koko kaistalta.

#### **4 Korjausvelan määrittely**

Suomen suurimmat kunnat ovat yhteistyössä määritelleet korjausvelan laskentaperiaatteet osana KEHTO-toimintaa. KEHTO-toiminta on kuntien yhteistoimintaa, joka tähtää teknisten palveluiden kehittämiseen. Myös Vantaa on mukana KEHTO-toiminnassa ja näin ollen on ollut yhtenä osapuolena määrittelemässä korjausvelan käsitteitä ja laskentaperiaatteita. [8.]

Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittelyshanke käynnistyi kesällä 2012. Kehtokuntien lisäksi hankkeeseen osallistui konsulttina Rapal Oy, jonka edustaja Janne Rantanen toimi hankkeen projektipäällikkönä. [9, s. 9.]

Hankkeessa omaisuuserän, tässä tapauksessa kadun, kuntoa päädyttiin kuvaamaan prosenttiosuutena kadun uuden veroisesta kunnosta. Lisäksi määriteltiin käsite optimikuntotaso, johon asti kadun kunnon aleneminen on hyväksyttävää. Tätä tasoa ei ole niin sanotusti lukittu, vaan kadun ylläpitäjällä on mahdollisuus asettaa optimitaso hyväksi katsomalleen tasolle. Kun kadun kunto tippuu optimikuntotason alapuolelle, alkaa sille kertyä korjausvelkaa. Omaisuuserälle saadaan siis laskettua korjausvelkaprosentti optimikuntotason ja nykyisen kuntotason erotuksena. Tätä on havainnollistettu kuvassa 9. [9, s. 11–12.]



Kuva 9. Korjausvelan määrittely [9, s. 11]

Kun kohteen korjausvelkaprocentti on saatu määritettyä, tarvitaan rahamääräisen korjausvelan laskemiseen kadun uudisarvoa. Rahamääräinen korjausvelka saadaan laskettua korjausvelkaprocentin ja uudisarvon tulona. Koska korjausvelka kuvaa sitä, kuinka kaukana kadun nykyinen kuntotaso on sille asetetusta optimikuntotasosta, se ei rahamääräisenä tarkoita tarvittavien korjausinvestointien määrää. Korjausinvestointien tarvetta kuvaa termi korjausvastuu, joka määritellään kadun nykyisen kuntotason ja uutta vastaavan kunnan erotuksena. Korjausvelka kuvaa sitä, kuinka paljon ollaan jäljessä siitä korjaustahdistista, jolla kadut saadaan pidettyä hyväksytyssä kunnossa. [9, s. 17.]

Omaisuserän nykyisen kunnan määrittämiseen on yksinkertaistettuna kaksi tapaa. Paras tapa on suorittaa mittauksia, jossa voidaan hyödyntää mittalaitteita tai vain silmä määräistä arviointia. Jos mittauksia ei ole käytettävissä, täytyy omaisuserän kunto mallintaa hyödyntämällä tietoja sen ominaisuuksista. Mallintamisen etuna on sen kevyt resurssien kuormittaminen verrattuna kunnan mittaamiseen. Toisaalta mallintamisen tarkkuus ei riitä katukohtaisten arvioiden ja toimenpidesuunnitelmien tekemiseen. Se on lähinnä keino korjausvelan määrän arvioimiseen suuremmalle joukolle katuja.

## 5 Kuntoarvioinnin periaatteet

Kuntoarvioinnin periaatteet on luotava kuuteen erilaiseen tapaukseen riippuen ka-  
tuomaisuuden tyypistä ja käytettävästä mittausaineistosta. Nämä tapaukset ovat:

- ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut kadut, joille on käytettävissä PTM- tai APVM mittaustuloksia
- ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut kadut, joille ei ole käytettävissä PTM- tai APVM mittaustuloksia
  - sidottu kulutuskerros
  - sitomaton kulutuskerros
- katujen jalkakäytävät
- itsenäiset kevyen liikenteen väylät
  - sidottu kulutuskerros
  - sitomaton kulutuskerros.

### 5.1 Kuntoarviointi PTM- ja APVM-mittausten perusteella

Vantaan katuverkolle suoritetuissa mittauksissa on PTM-mittaukset kohdistettu ylem-  
mälle katuverkolle ja APVM-mittaukset alemmalle katuverkolle. Tästä johtuen tulee  
huomioida, että kun luodaan kuntotason määräytymisperusteet PTM-mittausten perus-  
teella, luodaan ne silloin pää- ja kokoojakaduille. Vastaavasti APVM-mittausten tulok-  
sista johdetaan tonttikatujen kuntotaso.

PTM-mittausten tuloksina on tässä työssä käytettävissä urasyvyyttä ja epätasaisuutta  
kuvaavat tunnusluvut. Pituussuuntaista epätasaisuutta kuvaava IRI on kansainvälisesti  
standardisoitu tunnusluku toisin kuin urasyvyys, joka lasketaan eri tavalla eri maissa [6,  
s. 19 – 29.]. Myös urautuminen on kuitenkin hyvä ottaa mukaan kadun kuntotason  
määrittämiseen, koska varsinkin vilkasliikenteisillä pääkaduilla se on monesti ainut kor-  
jausvelkaa aiheuttava tekijä. Tämä johtuu siitä, että katuverkon tärkeimpiä osia kun-  
nossapidetään niin tiiviisti, ettei niihin pääsääntöisesti ehdi muodostua muita vaurioita  
kuin ajourat. [10.]

Destia on luokitellut mittaustulokset viiteen ryhmään taulukossa 6 esitetyin raja-arvoin.

Taulukko 6. Kuntoluokittelu mittaustulosten perusteella [7, s. 5.]

	Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
URA (mm)	0 - 5	5 - 11	11 - 17	17 - 20	20 -
IRI (mm/m)	0 - 2,6	2,6 - 3,6	3,6 - 4,6	4,6 - 7,6	7,6 -
Vauriot (%)	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20 -

Liikenneviraston luonnehdintaa IRI:n ja urasyvyyden mukaan eri kuntoluokkiin sijoittuvien katujen ominaisuuksista on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Tien ominaisuudet kuntoluokittain (IRI) [6, s. 21.]

Luokka	Kokemus
Erittäin hyvä 5	Tasainen tie. Miellyttävä ajaa.
Hyvä 4	Tie on lähes tasainen. Satunnaisia epätasaisuuksia, jotka eivät juuri häiritse ajomukavuutta.
Tyydyttävä 3	Pääasiassa tasainen tie, satunnaisia epätasaisuuksia on silloin tällöin varottava. Sallittua nopeutta on helppo ylläpitää.
Huono 2	Tie on jonkin verran epätasainen. Ajonopeutta joudutaan toisinaan laskemaan ja ajolinjoja on joskus muutettava. Matkustaminen on jonkin verran epämukavaa.
Erittäin huono 1	Tie epätasainen. Ajonopeutta joudutaan usein laskemaan ja ajolinjoja muuttamaan. Matkustaminen epämukavaa.

Taulukko 8. Tien ominaisuudet kuntoluokittain (URA) [6, s. 30.]

Luokka	Kokemus
Erittäin hyvä 5	Tien pinta on poikkisuunnassa tasainen, sivukaltevuus kunnossa. Tie on urien suhteen lähes uutta vastaavassa kunnossa, värimuutokset ajouran kohdalla mahdollisia.
Hyvä 4	Tienkäyttäjä ei juurikaan huomaa uria. Urat eivät vaikuta ajolinjoihin eivätkä ajonopeuksiin
Tyydyttävä 3	Tiessä on havaittavat urat. Sateisella kelillä ne vaikuttavat jossain määrin ajolinjojen valintaan ja ajonopeuksiin.
Huono 2	Tie on selvästi urautunut. Urat vaikuttavat sateisella kelillä ajolinjojen valintaan ja ajonopeuksiin. Vesiliirron vaara on kohtalainen.
Erittäin huono 1	Tie on erittäin urainen. Urat vaikuttavat sekä ajolinjojen valintaan että ajonopeuksiin. Sateisella kelillä ajettaessa vesiliirron vaara on suuri.

Kuntotaso johdetaan mittaustuloksista niin, että kuntoluokkien *erittäin hyvä* ja *hyvä* raja-arvo sidotaan pääkatujen optimikuntotasoon 90 %. Vastaavasti kuntoluokkien *hyvä* ja *tyydyttävä* raja-arvo sidotaan kokoojakatujen optimikuntotasoon 75 %. Optimikuntotasot ovat yhtenäiset Rapal Oy:n ja KEHTO-kuntien kehittämän korjausvelkalaskimen kanssa. Kun katu siirtyy luokkaan *erittäin huono*, sen kuntotasoksi oletetaan 0 %. Vastaavasti IRI:n tai urasyvyyden ollessa 0, kuntotaso on 100 %. Raja-arvoihin sidottujen kuntotasojen väliarvot interpoloidaan. Kadulle lasketaan erilliset kuntotasot molempien käytössä olevien tunnuslukujen mukaan. Kadun lopullinen kuntotaso on niiden keskiar-

vo. IRI-arvon mukainen kuntotaso saadaan syöttämällä mittaustulos johonkin seuraavista kaavoista.

- jos  $IRI > 3,6$ ,  $kuntotaso = 75 \% - \frac{75 \%}{4} \times (IRI - 3,6)$
- jos  $3,6 \geq IRI > 2,6$ ,  $kuntotaso = 90 \% - 15 \% \times (IRI - 2,6)$
- jos  $IRI \leq 2,6$ ,  $kuntotaso = 100 \% - \frac{10 \%}{2,6} \times IRI$

Vastaavasti urasyvyyden mukainen kuntotaso saadaan syöttämällä mittaustulos johonkin seuraavista kaavoista.

- jos  $URA > 11$ ,  $kuntotaso = 75 \% - \frac{75 \%}{9} \times (URA - 11)$
- jos  $11 \geq URA > 5$ ,  $kuntotaso = 90 \% - \frac{15 \%}{6} \times (URA - 5)$
- jos  $URA \leq 5$ ,  $kuntotaso = 100 \% - 2 \% \times URA$

APVM-mittausten tuloksena on kuntoarvioinnin pohjana vaurioluku, joka ilmaisee vaurioituneen päällysteen pinta-alan osuuden koko päällysteen pinta-alasta. Myös vaurioluvun perusteella on kadut jaettu viiteen kuntoluokkaan, jotka on esitetty raja-arvoineen taulukossa 6. Liikenneviraston luonnehdintaa vaurioluvun mukaan eri kuntoluokkiin sijoittuvista kaduista on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Vaurioluvun mukaisen kuntotason luonnehdintaa [6, s. 42.]

<b>Vaurio-osuus (VO %)</b>	<b>Kommentit</b>
<2	vähän tai satunnaisia vaurioita
2-5	halkeaman alkuja / vähän vaurioita
5-10	tien pinta on jonkin verran vaurioitunut
>10	paljon vaurioita
>30	Päällyste purkautumassa tai tarkastelualue on erittäin vaurioitunut

Viimeiseen luokkaan kuuluvien katujen raja-arvo on liikenneviraston julkaisussa suurempi kuin Destian käyttämässä luokittelussa. Destian raportin mukaan huonoimpaan kuntoluokkaan kuuluu kuitenkin vain 0,5 % kaduista, joten vaikutukset lopputuloksen



kannalta ovat vähäiset [7, s. 22]. Näin ollen tässä työssä käytetään mittaukset suorittaneen Destian luokittelua.

Vaurioluvusta johdetaan kadun kuntotaso tässä työssä niin, että kuntoluokkien *hyvä* ja *tyydyttävä* raja-arvo on tonttikatujen optimikuntotaso 65 %. Optimikuntotaso on Rapal Oy:n ja KEHTO-kuntien kehittämän korjausvelkalaskimen mukainen. Kuntoluokkaan *erittäin huono* kuuluvien katujen kuntotaso on 0 %. Vaurioluvun ollessa 0 %, on kuntotaso 100 %. Raja-arvoihin sidottujen kuntotasojen väliarvot interpoloidaan. Näin ollen kuntotaso saadaan sijoittamalla vaurioluku jompaankumpaan seuraavista kaavoista.

- jos VO % > 5                       $\text{kuntotaso} = 65 \% - \frac{65 \%}{15} \times (\text{VO \%} - 5)$
- jos VO % ≤ 5                       $\text{kuntotaso} = 100 \% - \frac{35 \%}{5} \times \text{VO \%}$

## 5.2 Mallintaminen

Koska kaikista kaduista ei mittaustuloksiin perustuvaa kuntotietoa ole käytettävissä, joudutaan jäljelle jääneiden katujen kuntotaso mallintamaan jollain tavalla. Pää- ja koojakaduista erotellaan jalkakäytävät omiksi omaisuuserikseen uudishintalaskelman takia. Kuntotason osalta niitä on kuitenkin järkevää käsitellä yhtenä kokonaisuutena, koska ne saneerataan todennäköisesti yhtä aikaa. Tästä johtuen tehdään periaatepäätös merkitä jalkakäytävän kuntotaso samaksi kuin ajoradalle määritetty.

Pieni osa Vantaan kaduista on sorapintaisia katuja, joita ei välttämättä koskaan ole rakennettu minkään ohjeistuksien mukaan. Tämä tekee näiden katujen rakennekerroksista arvottomia, koska jos kadut halutaan joskus saneerata, joudutaan ne rakentamaan kokonaan uudestaan alimmaisista rakennekerroksista lähtien. Näin ollen näiden katujen kuntotasoksi merkitään 0 %.

Lopuille ilman mittaustuloksia jääneille kaduille pyritään kuntotaso mallintamaan hyödyntämällä mitattujen katujen tuloksia sekä ominaisuustietoja. Rapalin ja KEHTO-kuntien yhteistyössä kehittämä korjausvelkalaskin käyttää kunnon mallintamiseen seuraavia lähtötietoja: [11, s. 12–20.]

- Kadun toiminnallinen luokka

- Kadun ikä
- Kadun alusrakenne
- Kadun päällysrakenteen paksuus
- Kadun päällysteen paksuus
- Kadun kantavuus
- Kadun routivuus
- Kadun kuivatus.

Koska korjausvelkalaskinta testattiin Innovaatioprojektissa syksyllä 2015, ja todettiin sen antavan liian huonoja kuntoarvioita, laskinta ei tässä projektissa käytetä. Tässä työssä käytettävän mallintamisen lähtötietojen keräämiseen otetaan kuitenkin esimerkiksi laskimen käyttämistä parametreista. Kadun kantavuutta, kuivatusta ja routivuutta on hankala arvioida pelkän suunnitelman perusteella, joten niitä ei käytetä parametreina tässä kuntotutkimuksessa. Katusuunnitelmista on kuitenkin löydettävissä päällysrakenneluokka, joka muodostuu pohjamaaluokasta ja katuluokasta. Katuluokka määrää kadun rakennekerrosten paksuuden pohjamaan huomioon ottaen. Näin ollen voidaan olettaa, että se toimii hyvänä parametrina mallintamiselle.

Katujen kunnon kehitystä kuvaavien funktioiden määrittäminen toteutetaan niin, että kerätään tarpeeksi suuresta joukosta katuja seuraavat tiedot:

- Kadun toiminnallinen luokka
- Kadun ikä
- Kadun päällysrakenneluokka
- Kadun mitattu kuntotaso.

Kun tiedot on kerätty, sijoitetaan kadut koordinaatistoon, jossa vaaka-akselilla kuvataan kadun ikää ja pystyakselilla mitattua kuntotasoa. Syntyvään pistejoukkoon sovitetaan suora, joka kuvaa katujen kunnon kehittymistä ajan funktiona. Katuja ryhmitellään alusrakenteen ja katuluokan perusteella ja tutkitaan niiden vaikutusta kunnon mallintamista kuvaavan suoran kulmakertoimeen.

## 6 Tulokset

Katuja tutkittavalla alueella on yhteensä 1000 kappaletta ja ne on tässä tutkimuksessa jaettu yhteensä 1316 tarkasteltavaksi kaduksi tai kadun osaksi. Pää- ja kokoojakaduista on eroteltu jalkakäytävät omiksi omaisuuserikseen. Tämän lisäksi mallinnettuja ja mallintamisen lähtötietoina käytettyjä katuja on pilkottu pienempiin osiin, jotta niistä saataisiin ominaisuuksiltaan yhtenäisiä omaisuuseriä. Taulukossa 10 on esitetty, millaisia omaisuuseriä tutkittavalla alueella on ja kuinka niiden kuntotasot on määritetty.

Taulukko 10. Katujen ja kadun osien jakautuminen toiminnallisen luokan ja kuntotason määrittymisperusteen mukaan

	<b>Kaikki</b>	<b>Pääkadut</b>	<b>Kokoojakadut</b>	<b>Tonttikadut</b>	<b>Kevyenliikenteenväylät</b>
<b>Katuja/kadun osia</b>	1315	36	111	872	296
<b>Mittauksiin perustuva kuntotaso</b>	818	31	98	689	0
<b>Mallinnettu kuntotaso</b>	314	5	13	156	140
<b>JK:n kuntotaso ajoradan mukaisesti</b>	144	0	0	0	144
<b>Rakentamaton katu (kuntotaso 0 %)</b>	39	0	0	27	12

### 6.1 Katujen kuntotasot mittauksiin perustuen

Pääkaduista 31 kadun tai kadun osan kuntotaso on määritetty mittaustuloksiin perustuen. Kaikkien kohdalla kuntotaso määräytyy IRI-arvon ja urasyvyyden mukaan. Pääkadut saavat kuntotason arvoja välillä 89 % – 51 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu kuntotason keskiarvo on 74,2 %. Kun tätä tulosta verrataan pääkaduille asetettuun optimikuntotasoon, voidaan päätellä, että vantaalaisella pääkadulla on korjausvelkaa keskimäärin 15,8 prosenttiyksikköä. Yksikään katu ei yllä pääkaduille asetetun optimikuntotason yläpuolelle. Tämä voi olla merkki siitä, että optimikuntotason vaatimus on liian kova. Kuvassa 10 on esitetty näkymä Läntiseltä Valkoisenlähteentielle välillä Harajureentie – Talvikkitie. Kuvassa 11 on taas esitetty PTM-mittaustulokset kyseiseltä osuudelta. Tulokset on esitetty keskiarvona kymmenen metrin välein.



Kuva 10. Läntinen Valkoisenlähteentie välillä Harajuurentie – Talvikkitie

0	10	2557317	6688044	2557307	6688043	4,2	10,50		3,9	27.10.2015
10	20	2557307	6688043	2557297	6688042	9,9	5,12		2,9	27.10.2015
20	30	2557297	6688042	2557287	6688041	13,5	4,39		4,0	27.10.2015
30	40	2557287	6688041	2557277	6688040	14,6	1,91		9,3	27.10.2015
40	50	2557277	6688040	2557267	6688039	16,2	1,80		10,6	27.10.2015
50	60	2557267	6688039	2557257	6688038	18,6	1,89		11,4	27.10.2015
60	70	2557257	6688038	2557247	6688037	20,7	2,21		11,4	27.10.2015
70	80	2557247	6688037	2557237	6688038	18,2	2,02		11,5	27.10.2015
80	90	2557237	6688038	2557227	6688038	17,9	1,88		12,3	27.10.2015
90	100	2557227	6688038	2557218	6688040	17,0	3,75		13,3	27.10.2015
100	110	2557218	6688040	2557209	6688042	16,1	1,36		11,8	27.10.2015
110	120	2557209	6688042	2557199	6688045	15,9	1,11		11,8	27.10.2015
120	130	2557199	6688045	2557189	6688048	17,4	4,42		18,2	27.10.2015
130	140	2557189	6688048	2557180	6688051	19,4	14,46		16,5	27.10.2015
140	150	2557180	6688051	2557170	6688054	10,0	3,84		10,4	27.10.2015

Kuva 11. PTM-mittaustuloksia

Punaisella värillä merkityssä sarakkeessa voidaan huomata erittäin korkeita urasyvyyden arvoja. Tämä näkyy selkeinä ajourina katunäkymää esittävässä kuvassa. Urasyvyyden perusteella määrätty kuntotaso kyseiselle katuosuudelle on 12 %. Vihreällä värillä merkitystä sarakkeesta voidaan huomata, että IRI-arvon maltillisten lukemien seassa näkyy kaksi piikkiä. Toinen niistä näyttää sijoittuvan Talvikkitien risteykseen ja toinen suurin piirtein kuvassa 10 näkyvän suojatien kohdalle. Suojatien kohdalla näyttää johtokartan mukaan kulkevan sähkö- ja telekaapeleita, joten yksittäinen epätasaisuus voi johtua kaapelikaivannon täytöstä. Epätasaisuuden perusteella katuosuudelle määräytyy kuntotasoksi 90 % ja lopulliseksi kuntotasoksi urasyvyyden ja epätasaisuuden keskiarvona 51 %.

Kokoojakaduista 98 kadun tai kadun osan kuntotaso on määritetty mittauksiin perustuen. Näistä 58 on määritetty IRI-arvon ja urasyvyyden mukaan ja 40 vaurio-osuuden mukaan. Kokoojakadut saavat kuntotason arvoja välillä 98 % – 33 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu kuntotason keskiarvo on 73,8 %. Näin ollen keskimääräiselle kokoojakadulle korjausvelkaa kertyy 1,2 prosenttiyksikköä. Katupinta-alasta 50,2 % on optimikuntotason alapuolella ja 49,8 % yläpuolella. Jos vertaillaan eri mittausmenetelmillä saatuja tuloksia, niin IRI-arvon ja urasyvyyden mukaan mitattujen katujen keskimääräinen kuntotaso on 72,9 % ja vaurio-osuuden mukaan mitattujen katujen keskimääräinen kuntotaso on 77,6 %. Tulokset ovat tyydyttävän lähellä toisiaan, kun muistetaan, että IRI-arvo ja urasyvyys ovat mitattu ylemmän katuverkon kaduilta ja vaurio-osuus alemman katuverkon kaduilta. Voi siis olla, että vaikka kaikki edellä mainitut kadut on määritetty tässä työssä kokoojakaduiksi, niin kadut, joista on mitattu IRI-arvo ja urasyvyys, ovat ylempää katuverkkoa ja näin ollen altistuvat runsaammalle liikenteen



aiheuttamalle rasitukselle. Tämä selittäisi eron kuntotason keskiarvoissa. Kuvassa 12 on esitetty näkymä Kielotieltä katuosuudelta Lehdokkitie – Hiekkaharjuntie.



Kuva 12. Kielotie välillä Lehdokkitie – Hiekkaharjuntie

Kyseinen katuosuus saa urasyvyyden arvoksi 11,6, joka johtaa kuntotasoon 70 %. IRI-arvoksi muodostui 3,75, joka antaa kuntotason 72 %. Näiden keskiarvona kadulle siis muodostuu lopulliseksi kuntotasoksi 71 %. Kuvassa näkyy selvät ajourat, joihin on kertynyt vettä. Näin ollen uraisuuden aiheuttama kunnon alenema näyttäisi olevan täysin perusteltu. Pituussuuntaisesta epätasaisuudesta ei sen sijaan näyttäisi olevan juuri-kaan merkkejä. Kuvassa ei kuitenkaan näy koko katuosuus, joten IRI-arvoa nostavat epätasaisuudet voivat olla jossain kauempana.

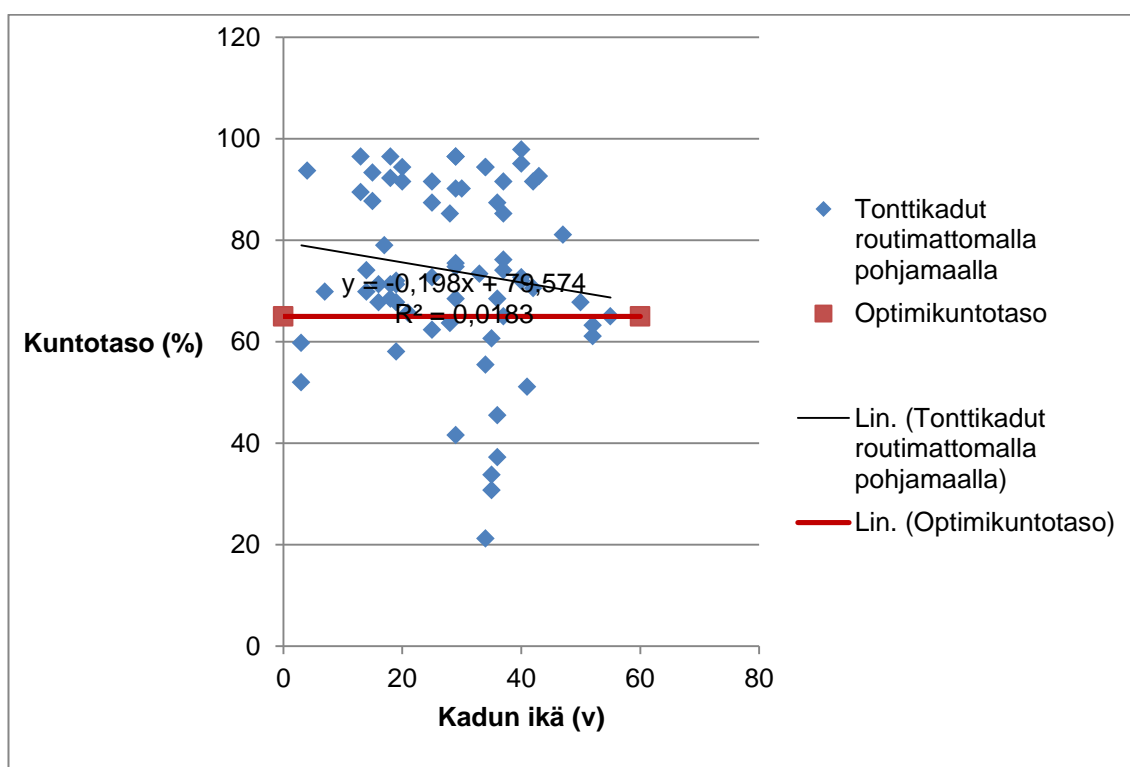
Tonttikaduista 689 kadun tai kadun osan kuntotaso on määritetty mittauksiin perustuen. Näistä 14 on määritetty IRI-arvon ja urasyvyyden mukaan ja 675 vaurio-osuuden mukaan. Tonttikadut saavat kuntotason arvoja välillä 0 % – 100 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu keskimääräinen kuntotaso on 72,7 %. Tästä voidaan päätellä, että keskimääräisellä vantaalaisella tonttikadulla ei ole korjausvelkaa, vaan se on 7,7 prosenttiyksikköä optimikuntotason yläpuolella. Katupinta-alasta 26,6 % on optimikuntotason alapuolella ja 73,4 % yläpuolella. Kuvassa 13 on näkymä Osmankäämintien eteläpäädyssä. Katuosuus saa vaurioluvuksi 14,6 ja tämä johtaa kuntotasoon 23 %. Tulos vaikuttaisi olevan oikean suuntainen, koska kuvasta päätellen katu on varsin mittavien korjaustoimenpiteiden tarpeessa.



Kuva 13. Osmankäämintien eteläpääty

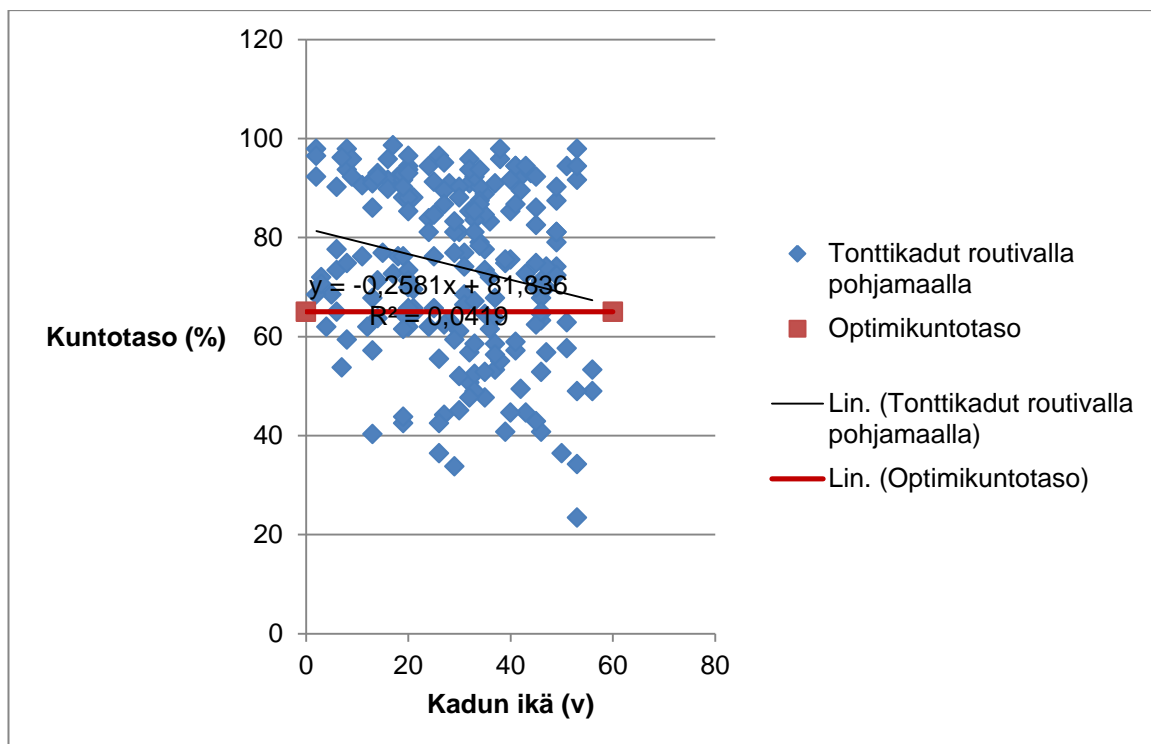
## 6.2 Katujen kuntotasot mallintamiseen perustuen

Jotta mittaustuloksia vailla olevien katujen kuntotasot saadaan mallinnettua, on ensin määritettävä katujen kuntotason kehittymistä kuvaavat funktiot. Tämä aloitetaan sillä, että tutkitaan katujen pohjamaaluokan ja katuluokan vaikutusta kunnan kehittymiseen. Ensimmäisenä tarkasteltavaksi otetaan tonttikadut, koska niistä saadaan suurin tarkasteltava joukko tutkimuksen lähtötiedoiksi. Tutkittavana on 267 tonttikatua, joista on selvitetty rakentamisvuosi, katuluokka, pohjamaaluokka ja vaurio-osuuteen perustuva kuntotaso. Ensimmäisenä tutkitaan pohjamaaluokan vaikutusta kadun kunnan kehittymiseen. Pohjamaaluokkia on seitsemän kappaletta (A – G) ja ne voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat routimattomat pohjamaat ja routivat pohjamaat [3, s. 525]. Kuvissa 14 ja 15 on tonttikadut sijoitettu koordinaatistoon, jossa vaaka-akselissa kuvataan kadun ikää ja pystyakselilla kadun kuntotasoa.



Kuva 14. Kuntotason kehittymistä routimattomilla pohjamailla kuvaava suora

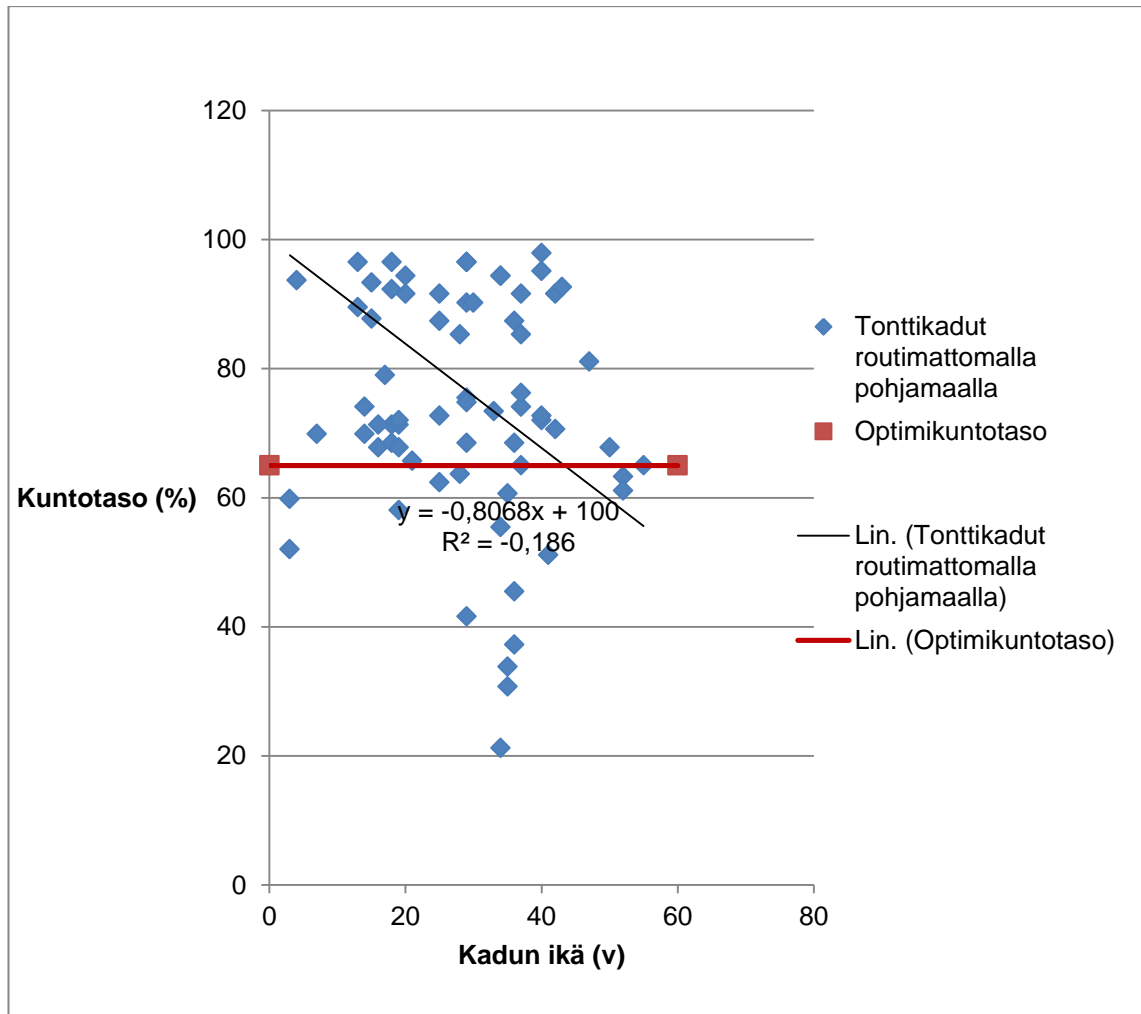




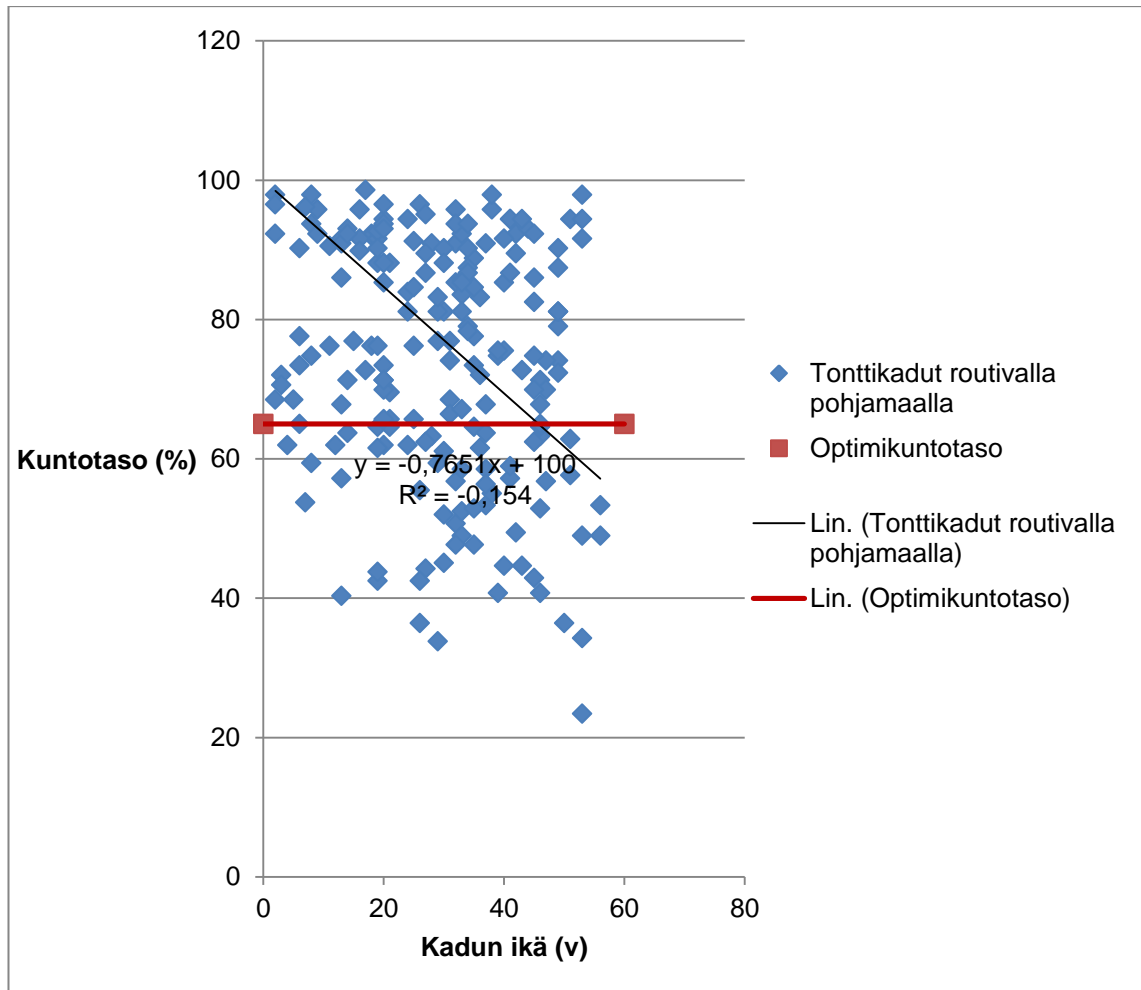
Kuva 15. Kuntotason kehittymistä routivilla pohjamailla kuvaava suora

Vertaamalla pistejoukkoihin sovitettujen kuvaajien kulmakertoimia, voidaan havaita, että routimattomilla pohjamailla kuntotason laskeminen ajan funktiona on hieman hitaampaa kuin routivilla pohjamailla. Toisaalta routimattomien pohjamaiden kunnon kehittymistä kuvaavan suoran arvo y-akselin leikkauspisteessä on pienempi kuin routivilla pohjamailla, mikä vääristää tulosta.

Seuraavaksi edellä esitettyihin pistejoukkoihin sovitettut kuvaajat pakotetaan kulkemaan pisteen 100,0 kautta, koska oletuksena on, että uuden kadun kuntotaso on 100 %. Tämä tarkastelu on esitetty kuvissa 16 ja 17.



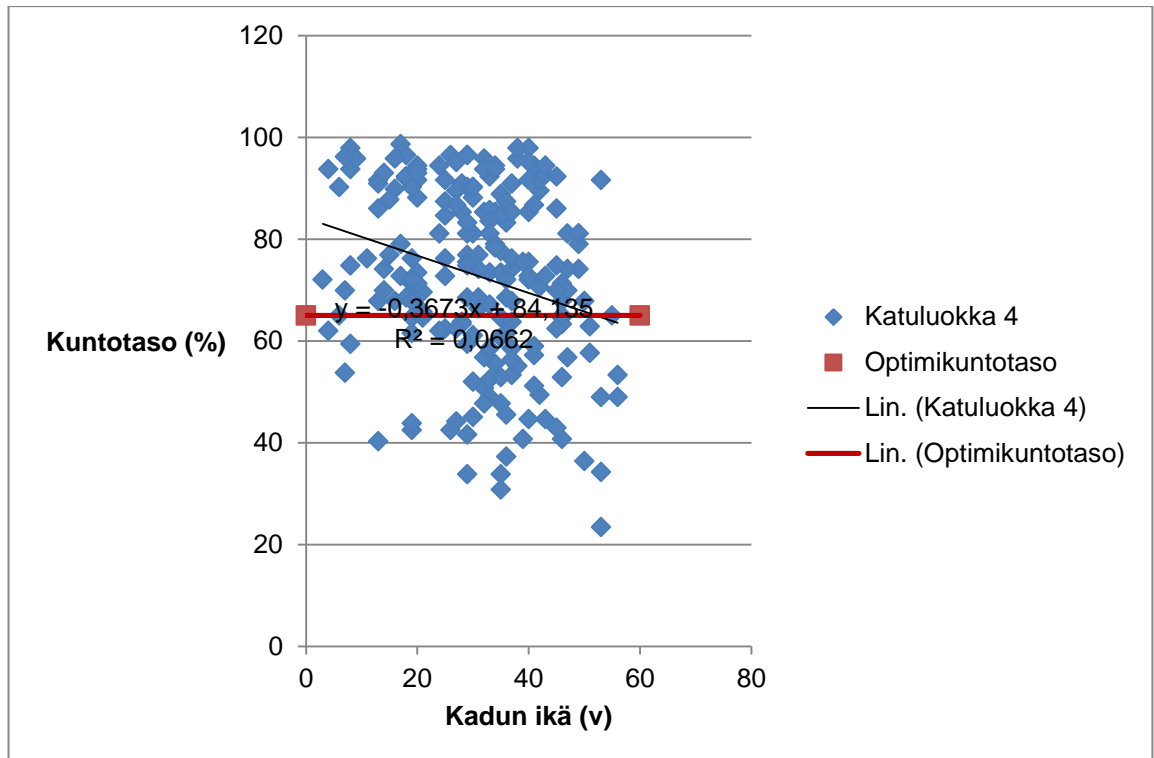
Kuva 16. Kuntotason kehittymistä routimattomilla pohjamailla kuvaava suora, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta



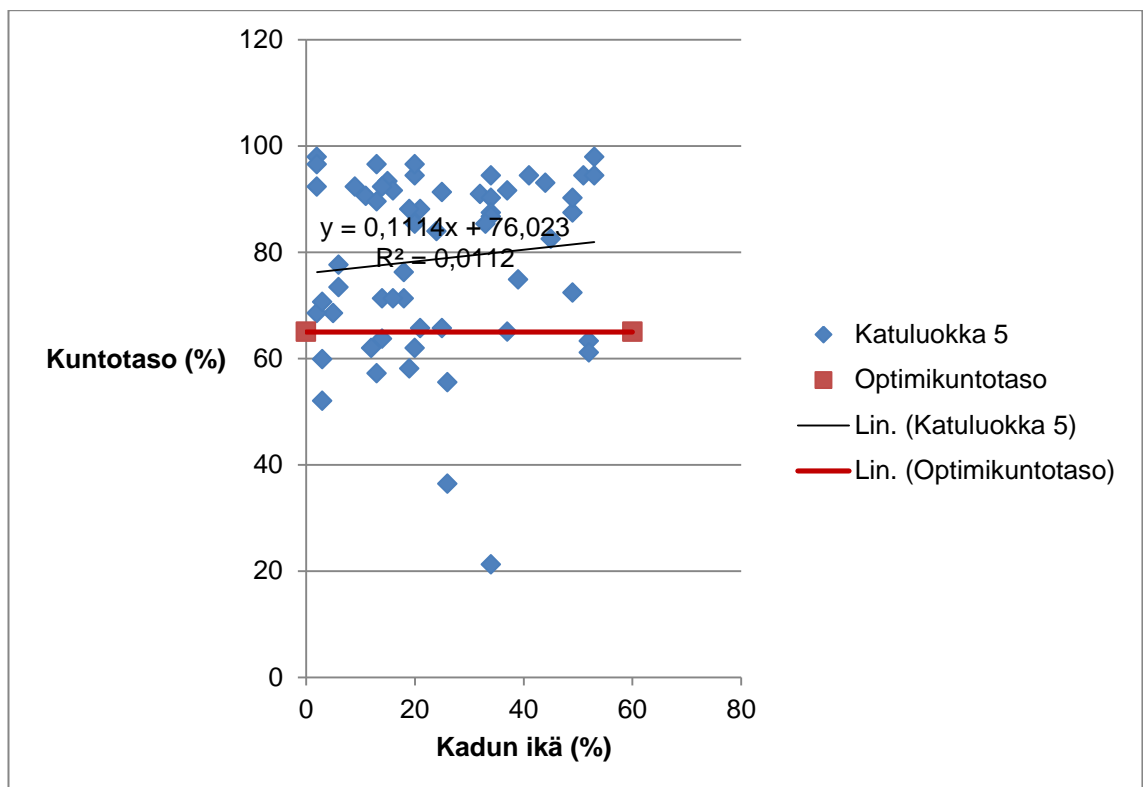
Kuva 17. Kuntotason kehittymistä routivilla pohjamailla kuvaava suora, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta

Kun nyt vertaillaan kuvaajien kulmakertoimia, huomataan, että routimattomilla pohjamailla kuntotason laskeminen on jopa nopeampaa kuin routivilla pohjamailla. Tätä päätelmää ei tietenkään voida pitää yleispätevänä, mutta siitä voi tehdä johtopäätöksen, että pohjamaaluokan vaikutus katujen kuntotason kehittymisen mallintamisessa on melko vähäinen. Tämä voi johtua siitä, että huonommalle pohjamaalle rakennettavaan katuun tehdään paksummat rakennekerrokset, jolloin pohjamaan vaikutus kumoutuu.

Seuraavaksi tutkitaan katuluokan vaikutusta kunnan kehittymiseen. Tonttikadut koostuvat katuluokkiin 4 ja 5 kuuluvista kaduista. Kuvissa 18 ja 19 on esitetty näiden katujen sijoittumista vastaavanlaiseen koordinaatistoon, kuin missä pohjamaaluokan vaikutusta tutkittiin.

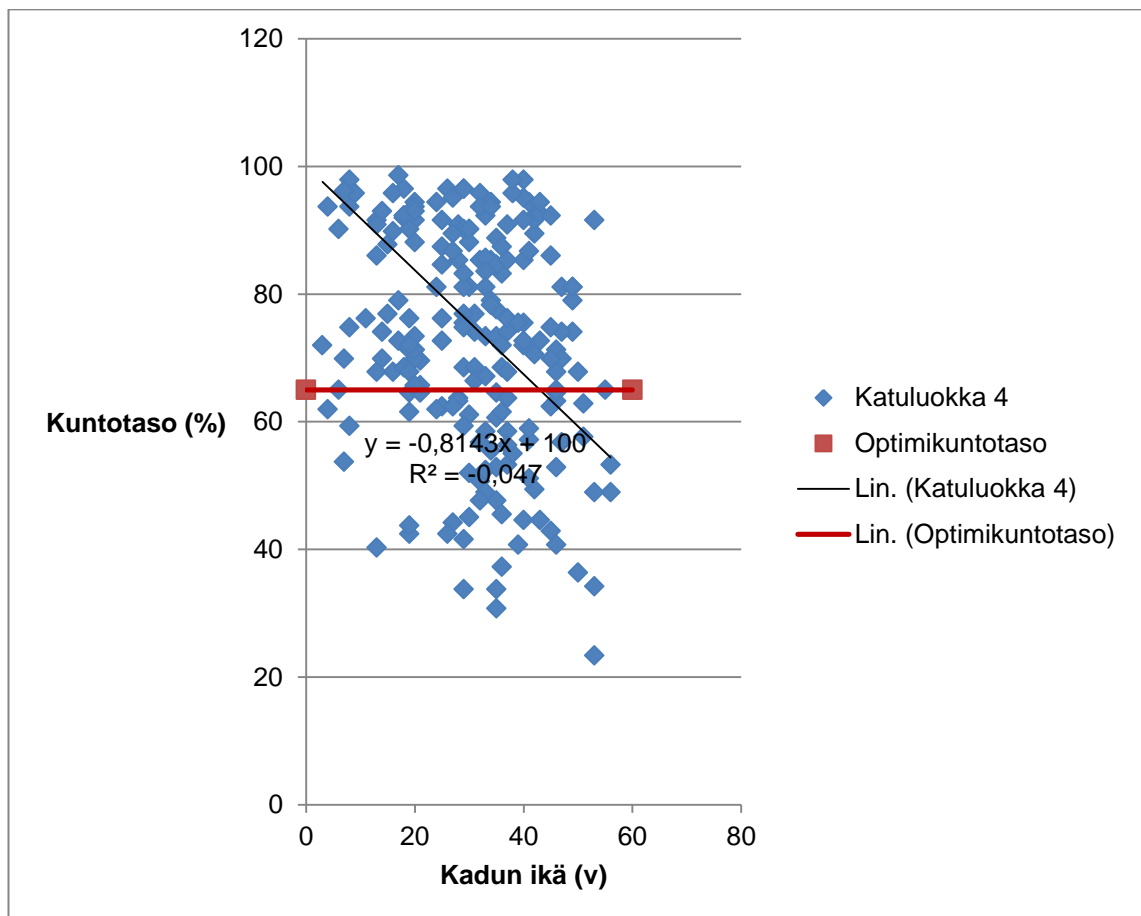


Kuva 18. Kuntotason kehittymistä luokan 4 kaduilla kuvaava suora

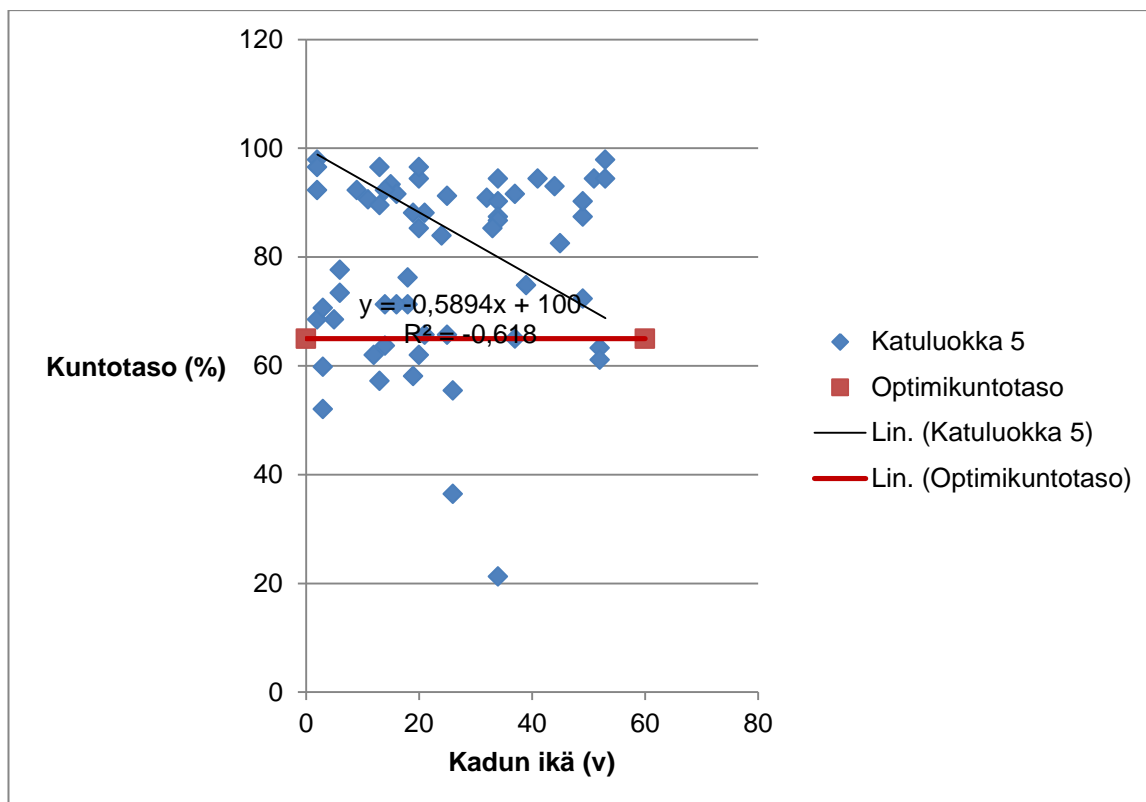


Kuva 19. Kuntotason kehittymistä luokan 5 kaduilla kuvaava suora

Luokan 5 katujen kuntotason kehittymistä kuvaava suora käyttäytyy erikoisesti, koska sen kulmakerroin on positiivinen. Tämä tarkoittaisi käytännössä sitä, että kadun kunto muuttuu paremmaksi ajan kuluessa, mikä ei voi tietenkään pitää paikkaansa. Tämä voi kuitenkin olla merkki siitä, että luokan 5 kadut säilyttävät kuntonsa paremmin kuin luokan 4 kadut. Luokan 4 katujen kehittymistä kuvaavan suoran kulmakerroin on negatiivinen ja lisäksi itseisarvoltaan huomattavasti suurempi kuin muilla tähän mennessä esitetyillä kuvaajilla, joille ei ole asetettu leikkauspistettä 100,0. Toisaalta kuvaajien y-akselin leikkauspisteiden arvolla on selkeä ero katuluokan 4 kuvaajan eduksi, joten on syytä vielä tehdä tarkastelu, jossa molemmille kuvaajille asetetaan leikkauspiste 100,0.



Kuva 20. Kuntotason kehittymistä luokan 4 kaduilla kuvaava suora, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta

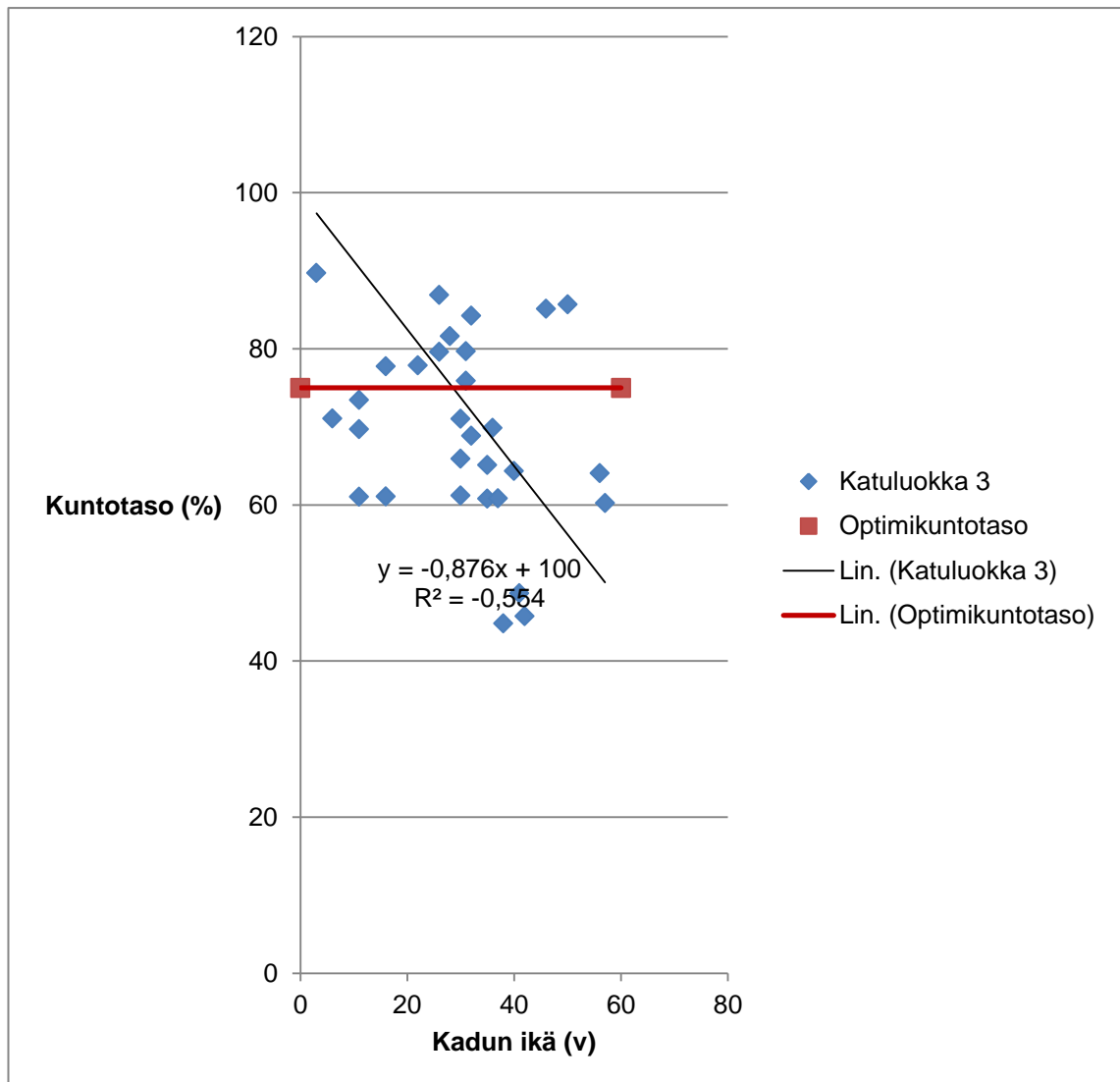


Kuva 21. Kuntotason kehittymistä luokan 5 kaduilla kuvaava suora, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta

Kuvia 20 ja 21 tarkastelemalla voidaan havaita, että suorien kulmakertoimissa on merkittävä suhteellinen ero niin, että luokan 4 katujen kuntotason kehitystä mallintavan kuvaajan kulmakertoimen itseisarvo on suurempi. Tästä voidaan päätellä, että luokan 5 kadut rappeutuvat hitaammin kuin luokan 4 kadut. Katujen rakennekerrosten paksuudessa on kuitenkin ero luokan 4 katujen hyväksi, minkä pitäisi hidastaa kadun vaurioitumista. Selitys edellä esitetylle havainnolle voisikin löytyä liikennemääristä. Siinä missä luokan 4 kadut ovat toisinaan pitkiäkin pätkiä, joille suuntautuu ainakin jonkin verran läpiliikennettä, ovat luokan 5 kadut taas lähes poikkeuksetta lyhyitä ja vielä usein umpikujaan päättyviä pätkiä, joita kuormittaa vain muutaman asuinrakennuksen meno- ja paluuliikenne.

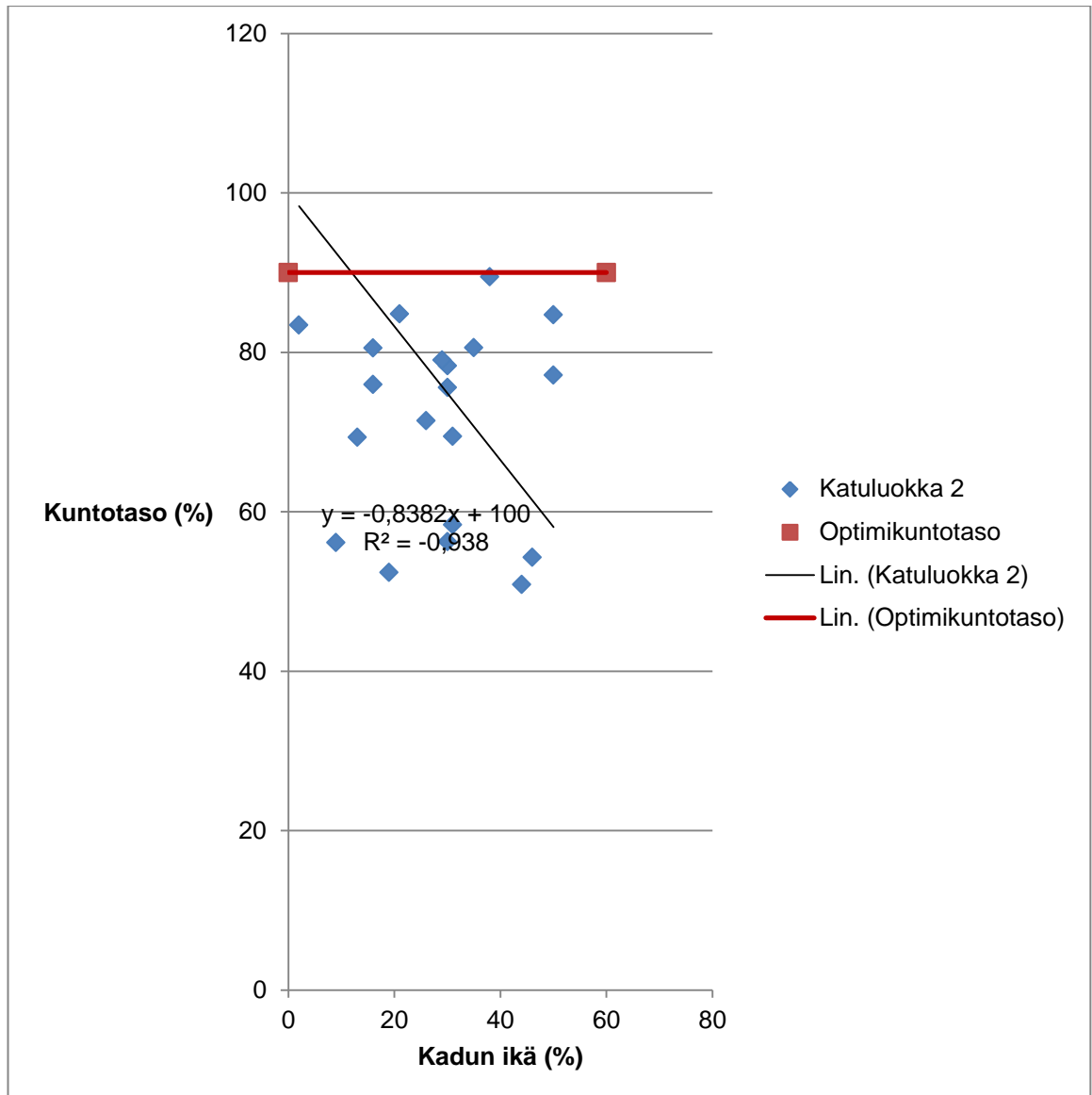
Kun pohjamaan merkitystä kuntotason kehittymiseen ei edellä tunnistettu, suoritetaan katujen kuntotason mallintaminen katuluokittain. Seuraavaksi määritetään mallintamisessa käytettävät funktiot luokkien 3 ja 2 kaduille. Koska molempien katuluokkien katujen kuntotasot on määritetty pääosin IRI-arvon ja urasyvyyden perusteella, otetaan tarkasteltavaksi joukoksi vain niin mitatut kadut. Kuvassa 22 on esitetty luokan 3 katu-

jen kuntotason kehittymistä kuvaava kuvaaja, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta.



Kuva 22. Luokan 3 katujen kuntotason kehittymistä kuvaava kuvaaja, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta

Vaikka kunnon mittaamenetelmä on nyt eri kuin tonttikatujen kohdalla, jatkaa kyseinen kuvaaja trendiä, jossa ylemmän katuluokan kadut vaurioituvat alemman katuluokan katuja nopeammin, joskin ero luokan 4 katuihin on melko pieni. Kuvassa 23 esitetään vastaavanlainen kuvaaja luokan 2 kaduista.



Kuva 23. Luokan 2 katujen kuntotason kehittymistä kuvaava kuvaaja, joka on pakotettu kulkemaan pisteen 100,0 kautta.

Tässä katuluokassa koordinaatistoon sijoitettujen pisteiden määrä on niin vähäinen, että tulkintojen tekeminen on vaikeaa, eikä kovin hyvin perusteltua. Kuntotason kehittymistä kuvaavan suoran kulmakertoimen itseisarvo on hieman pienempi kuin luokan 3 kaduilla. Näin ollen kuvaaja ei jatka trendiä, missä ylemmän katuluokan kadut vaurioituvat alemman katuluokan katuja nopeammin. Toisaalta lähtötiedoissa on todennäköisesti puutteita, koska vanhemmissa kaduissa on varmasti suoritettu uudelleenpäällystämisiä, joita ei ole nyt huomioitu. Kuvassa näkyvän kuvaajan funktio on kuitenkin sovitettu sen laatuisiin lähtötietoihin, kuin mitä tässä työssä on käytettävissä, joten sitä on myös syytä käyttää mallintamisessa.



Nyt on määritetty funktiot katuluokkien 2, 3, 4 ja 5 kuntotason kehittymisen mallintamiseen. Nämä funktiot ovat:

- katuluokka 2,  $y = -0,8382x + 100$
- katuluokka 3,  $y = -0,876x + 100$
- katuluokka 4,  $y = -0,8143x + 100$
- katuluokka 5,  $y = 0,5894x + 100$ ,
- missä  $y = \text{kadun kuntotaso}$
- ja  $x = \text{kadun ikä}$ .

Koska kevyen liikenteen väylistä ei ole käytettävissä mittaamiseen perustuvaa kuntotietoa, käytetään niiden mallintamiseen luokan 5 katujen funktiota.

Kuten kaikista edellä esitetyistä pistejoukoista voidaan havaita, on niissä paljon hajontaa sovitettuun kuvaajaan nähden. Tämän vuoksi mallintamista voidaan pitää vain keinona arvioida suuren joukon keskimääräistä kuntotasoja. Katukohtaisten arvioiden ja toimenpidesuunnitelmien taustatiedoksi se ei nykyisellä tarkkuudella sovellu.

Pääkaduista tässä työssä mallintamalla on selvitetty viiden kadun tai kadun osan kuntotaso. Kuntotason arvot sijoittuvat välille 98 % – 83 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu keskimääräinen kuntotaso on 94,5 %. Kokoojakatuja tai niiden osia mallinnetaan yhteensä 13. Ne saavat kuntotason arvoja välillä 99 % – 61 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu keskimääräinen kuntotaso on 87,3 %. Tonttikatuja tai niiden osia mallinnetaan yhteensä 156. Ne saavat kuntotason arvoja välillä 99 % – 55 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu keskimääräinen kuntotaso on 83,2 %. Kevyen liikenteen väylille kuntotaso selvitetään mallintamalla 140 kadulle tai kadun osalle. Kuntotason arvoja ne saavat välillä 99 % – 63 % ja niiden pinta-alan mukaan painotettu keskimääräinen kuntotaso on 82,5 %.

## 7 Yhteenveto

Päällystetyn kadun vauriot koostuvat pituus- ja poikkisuuntaisesta epätasaisuudesta, sekä halkeamista, purkaumista ja rei'istä. PTM-mittauksen perusteella lasketut tunnusluvut IRI ja urasyvyys sekä APVM-mittauksen perusteella laskettu vaurioluku kuvaavat

hyvin näiden vaurioiden esiintyvyyttä päällystetyssä kadussa. On kuitenkin otettava huomioon, että kaduissa esiintyy myös teistä poikkeavasti pituussuuntaisia epätasaisuuksia, jotka eivät johdu vaurioista. Tällaisia ovat esimerkiksi kaivon kannet ja hidas-tetöyssyt. Tämä vähentää tunnusluvun IRI informatiivisuutta. Kaikkiaan mittauksia on Vantaan katuverkolle tehty varsin kattavasti ja näin ollen kuntotaso voidaan määrittää valtaosalle kaduista näihin tunnuslukuihin perustuen. Suurin puute on olematon kunto-tieto kevyen liikenteen väylistä.

Suurin haaste mittauksiin perustuvassa kuntotiedossa on määrittää kuntotaso niin, että korjausvastuun ja uudishinnan tulo vastaisi mahdollisimman tarkasti sitä rahamäärää, joka vaaditaan, että katu saadaan saneerattua uutta vastaavaan kuntoon. Laadun pa-rantamiseksi olisi järjestettävä tutkimus, jossa jokaiselle tutkittavalle kadulle määritet-täisiin saneeraustarve. Saneeraustarpeen määrittämiseen voitaisiin käyttää maastokat-selmuksia sekä kaikkia käytettävissä olevia mittauksia niin, että päästäisiin mahdolli-simman oikeaan tulokseen. Kun saneeraustarpeet olisi määritetty, kaduille määritettäi-siin kuntotasot vertaamalla tarvittavan saneerausmenetelmän hintaa kadun uudishin-taan. Kun kuntotasot olisi määritetty, tutkittaisiin millaisia PTM- ja APVM-mittaustuloksia kyseiset kadut saisivat. Näin voitaisiin löytää yhteys kuntotason ja mit-taustulosten välille. Täytyy kuitenkin miettiä, millaisin panostuksin on järkevää pyrkiä absoluuttisesti oikeaan korjausvelan ja -vastuun määrään. Tässä työssä käytettyjen menetelmien mukainen kuntotutkimus antaa varsin perustellun kuntoarvion kaduista suhteessa toisiinsa, mikä itsessään jo luo hyvät perusteet toimintasuunnitelmien teke-miselle. Optimikuntotaso tulisi kuitenkin määritellä ja tutkia perusteellisemmin. Osman-käämintielle tehdystä katselmoinnista havaittiin, että katuosuudet, jotka olivat optimi-kuntotason alapuolella, eivät välttämättä olleet vielä kovin kiireellisesti suoritettun sa-neerauksen tarpeessa.

Mallintamisessa haasteet liittyvät tarvittavien lähtötietojen tunnistamiseen ja tarkkuu-teen. Jotta mallinnettua kuntotietoa voitaisiin hyödyntää katukohtaisesti, on lähtötieto-jen keräämistä kehitettävä. Tässä tutkimuksesta tultiin tulokseen, että tarkempaa mal-lintamisella hankittua tulosta tavoitellessa olisi ensisijaisesti keskityttävä liikennemääri-en selvittämiseen. Liikennemäärät ovat kuitenkin voineet vaihdella vuosien saatossa, kun jonkin tietyn kadun tärkeys osana katuverkkoa on muuttunut. Laadukkaampi mal-lintaminen vaatisi siis sitä, että tarvittavien lähtötietojen kerääminen ja arkistointi aloitettaisiin nyt ja tämän työn tuloksista hyödyttäisiin vuosien ja vuosikymmenien pääs-tä. On myös syytä miettiä, kuinka paljon mallintamisen eteen on järkevää tehdä töitä ja

milloin se ei ole enää kustannustehokasta mittauksiin tai maastokatselmuksiin verrattuna.

## Lähteet

- 1 Kesti, Simo. 2014. Kuopion kaupungin katuverkon korjausvelan määrittäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennus tekniikan koulutusohjelma.
- 2 Belt, Jouko & Lämsä, Veli Pekka & Savolainen, Mika & Ehrola, Esko. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. Helsinki. Edita Prima Oy.
- 3 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet. 2010. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 4 Kadun päällysrakenteen mitoitusohje. 1995. Espoon kaupunki, Tekninen keskus
- 5 Härkönen, Veli-Matti. 2013. Päällysteiden paikkaustoiminnan kehittäminen. Opinäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma.
- 6 Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. Tiehallinnon selvityksiä 21/2007. Helsinki. Edita Prima Oy
- 7 Haapanen, Petteri. Katuverkon kunto 2015. Mittausraportti. Destia Oy
- 8 KEHTO-toiminta. Verkkodokumentti. Kuntatekniikan foorumi. <<http://ekstranet.kuntatekniikka.fi/toimijat/kehto/Sivut/default.aspx>>. Luettu 20.1.2016.
- 9 Rantanen, Janne. 2014. Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen. Verkkodokumentti. Helsinki. Suomen kuntaliitto. <[http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/korjausvelka\\_ebook.pdf](http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/korjausvelka_ebook.pdf)>. Luettu 20.1.2016.
- 10 Marjeta, Jari. Korjausvelan mallintamisen tarkennukset. 2014. Dia-esitys. Suomen Kuntotekniikka Oy
- 11 Rantanen, Janne. 2015. Laskentamalli katujen ja viheralueiden korjausvelan laskentaan. Verkkodokumentti. Helsinki. Suomen kuntaliitto. <[http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=3089](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=3089)>. Luettu 20.1.2016.

## Liite 1, Ote kuntotutkimuksen tuloksista

Nimi	Kaupunginosa	Päällyste	Toiminnallinen luokka	Pinta-ala	Rak/San vu	Poh	Kat	Ura	IRI	Vaurio	Kuntotaso
Aallotarentie	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	1758,5	2001	E	4				88
Aaponkuja	Rekola	Asfaltti	Tonttikatu	434						5,5	63
Ahdekuja	Ilola	Asfaltti	Tonttikatu	521	2011	E	5			3,5	76
Ahdetie	Ilola	Asfaltti	Tonttikatu	2086	2008	E	5			2	86
Ahdinkuja	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	344						4,8	66
Ahjokuja	Kuninkaala	Asfaltti	Tonttikatu	1915,5	1982	E				7,4	55
Ailakkipolku	Hiekkaharju	Asfaltti	Kevyen liikenteen vä	529,5	1990	E	6				85
Ailakkitie	Hiekkaharju	Asfaltti	Tonttikatu	1315,5	1991	D	4			5,6	62
Aimonkuja	Rekola	Asfaltti	Tonttikatu	315						6	61
Akanapolku	Jokiniemi	Asfaltti	Tonttikatu	473,5	2007	G	5				95
Akatemiantie	Kuninkaala	Asfaltti	Tonttikatu	4746	1981	C	4			12,2	34
Alankotie	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	916,5	1979	E	4			1,3	91
Albert Petreliuksen Katu	Jokiniemi	Asfaltti	Tonttikatu	2098						3,8	73
Alhokuja	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	2268,5	1986	E	4			2,7	81
Alppitie	Ilola	Asfaltti	Tonttikatu	4211						3	79
Altainkuja	Ilola	Asfaltti	Tonttikatu	953,5						4,3	70
Altaintie	Ilola	Asfaltti	Tonttikatu	5481,5						2	86
Andersinkatu	Asola	Asfaltti	Tonttikatu	2900,5						3,6	75
Angervokuja	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	222	1984	E	5			1,3	91
Angervontie	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	6222,5	1974	E	4			1,1	92
Angervopolku	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	531	1984	E	4				74
Aniskuja	Hiekkaharju	Asfaltti	Tonttikatu	738,5	1981	E	4			5,1	65
Annankallionpolku	Kuninkaala	Asfaltti	Tonttikatu	712,5	1972	A	4				64
Annankalliontie	Kuninkaala	Asfaltti	Tonttikatu	2728	1974	A	4			4,2	71
Annentie	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	3861						0,8	94
Anterontie	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	1657						4,3	70
Apilatie	Koivuhaka	Asfaltti	Tonttikatu	3639,5	1971	G	5			2,5	83
Apilatie	Koivuhaka	Asfaltti	Tonttikatu	4549,5	2014	G	5			0,3	98
Aralatie	Ruskeasanta	Asfaltti	Tonttikatu	4142	1974	E	4			1,5	90
Arjankuja	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	575,5						1,3	91
Arjantie	Päiväkumpu	Asfaltti	Tonttikatu	3207						0,4	97
Armintie	Rekola	Asfaltti	Tonttikatu	1400,5						5,8	62

**Liite 2, Osmankäämintien Katselmointi****Väli Läntinen Valkoisenlähteentie – Peltolantie**

Toiminnallinen luokka: Kokoojakatu

Rakennusvuosi: 2005

Päällysrakenneluokka: 3-E

Ura: 13,9 mm (51 %)

IRI: 3,8 mm/m (71,25 %)

Kuntotaso: 61 %

Ajourat selvästi havaittavissa, mutta eivät vielä kovinkaan haitalliset taajama-alueen ajonopeuksilla. Ajoradalla on melko tiheästi kaivon kansia, jotka vaikuttavat IRI – arvoon. Näitä lukuun ottamatta ei merkittävää pituussuuntaista epätasaisuutta ole havaittavissa. Ajourat tulevat todennäköisesti lähivuosina kasvamaan niin, että uudelleen päällystäminen on ajankohtaista. Kun otetaan huomioon, että kadulla vuorokauden aikana liikennöivistä n.5000 ajoneuvosta 10 % on raskasta liikennettä ja maapohja on heikosti kantavaa, voisi olla syytä tutkia, kuinka paljon urautuminen johtuu päällysteen kulumisesta ja kuinka paljon painumisesta. Lisätutkimusten perusteella tulee arvioida, ovatko kantavuutta parantavat toimenpiteet tarpeellisia.



**Väli Peltolantie – Tikkurilantie**

Toiminnallinen luokka: Kokoojakatu

Rakennusvuosi: 1960

Päällysrakenneluokka: 3-G

Ura: 10 mm (78 %)

IRI: 4,9 mm/m (50,625 %)

Kuntotaso: 64 %

Ajourat ovat keskimäärin hieman pienemmät kuin välillä Läntinen Valkoisenlähteentie – Peltolantie. Rakentamisvuoden jälkeen on katuosuudella varmasti suoritettu uudelleen päällystyksiä, koska vaurioita ei juuri näy. Kadun lännen puoleisella reunalla on Kuminatien risteyksessä painuma, joka on aiheuttanut pituushalkeaman päällysteeseen. Tämä näkyy myös suurempina arvoina IRI:ssä toiseen suuntaan ajettaessa. Myös toiseen suuntaan ajettaessa on suuria IRI:n lukemia heti Tikkurilantien risteyksestä alkaen. Tämä johtuu todennäköisesti risteysalueen korkeuseroista, eikä ole merkki vauriosta. Koska urasyvyyden ero osuuden Läntinen Valkoisenlähteentie – Peltolantie kanssa on melko pieni, tulee uudelleen päällystäminen ajoittaa yhtäaikaiseksi. Kuminatien katuosualueelle 4 mitoitetut rakennekerrokset on todennäköisesti tuotu liian pitkälle risteysalueelle, mistä on aiheutunut painuma. Tämä tulisi korjata vahvistamalla rakennekerroksia.





**Väli Tikkurilantie – Viertolankuja**

Toiminnallinen luokka: Tonttikatu

Rakennusvuosi: 1960

Päällysrakenneluokka: 4-E

Vaurio: 7,7 %

Kuntotaso: 53 %

Tällä katuosuudella oli katselmointihetkellä niin runsaasti lunta ja jäätä, että saneeraustarpeen määrittäminen on haastavaa. Huomattavia epätasaisuuksia ei ollut havaittavissa eli vakavia routavaurioita tai painumia tuskin on. Jos rakennekerrokset ovat niin vanhoja kuin katuosuudelle määritetty rakentamisvuosi, tulisi ne kuitenkin päivittää vastaamaan nykypäivän vaatimuksia. Tämä ei kuitenkaan ole todennäköistä, joten vaurioluvun perusteella voisi päätellä, että aletaan olla lähellä sitä pistettä, missä päällysteen uusimisella vältetään vaurioiden alkaminen alemmissa rakennekerroksissa.





## Väli Viertolankuja – Keravajoki

Toiminnallinen luokka: Tonttikatu

Rakennusvuosi: 1963

Päällysrakenneluokka: 4-E

Vaurio: 14,6 %

Kuntotaso: 23 %

Tämän katuosuuden kunnossapito on laiminlyöty täysin. Päällyste on täynnä purkaumia ja reikiä ja lisäksi kadun poikkiprofiili on melko epätasainen. Ainut järkevä saneeraustoimenpide on vanhojen materiaalien ylös kaivaminen ja kadun rakentaminen kokonaan uudestaan.

